

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE INFORMÁTICA

GIOVANE NEGRINI MARQUES COSTA
HENRIQUE ALVES BATACHI
WILLIAN DRAYTON PRESTES ALVES

**SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO E INTERRUPÇÃO NO
FORNECIMENTO DE GÁS**

TRABALHO ACADÊMICO

CURITIBA

2016

GIOVANE NEGRINI MARQUES COSTA
HENRIQUE ALVES BATACHI
WILLIAN DRAYTON PRESTES ALVES

**SISTEMA DE DETECÇÃO DE VAZAMENTO E INTERRUPÇÃO NO
FORNECIMENTO DE GÁS**

Trabalho Acadêmico apresentado à disciplina Ofinas de Integração 2 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria

CURITIBA

2016

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	MOTIVAÇÃO	3
1.2	OBJETIVOS	4
2	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	5
2.1	SEGURANÇA DOMÉSTICA	5
2.2	PROBLEMAS DE SAÚDE POR EXPOSIÇÃO A GÁS DE COZINHA	5
2.3	SOLUÇÕES EXISTENTES	5
2.4	BENEFÍCIOS DO DISPOSITIVO PROPOSTO E SUAS RESTRIÇÕES	6
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
3.1	GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	7
3.2	SENSOR DE GÁS SEMICONDUTOR	8
3.3	VÁLVULA SOLENOIDE	9
3.4	ARDUINO	11
3.4.1	Software	11
3.4.2	Fonte de Alimentação	12
3.4.3	Núcleo de Processamento	13
3.4.4	Entrada/Saídas Digitais e Analógicas	14
4	METODOLOGIA	15
4.1	ESPECIFICAÇÃO	15
4.2	PESQUISA	15
4.3	TESTE	16
4.4	MONTAGEM	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
5.1	DESCRIÇÃO DO HARDWARE FINAL	18
5.1.1	Fontes 12 e 24	18
5.1.2	Sensor GAS1	19
5.1.3	Solenóide RL1	19
5.1.4	Controlador ARD1	20
5.1.5	Diodo D1	20
5.1.6	Resistor R1	20
5.1.7	Transistor Q1	20
5.2	DESCRIÇÃO DO CÓDIGO FONTE	21
5.3	DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE GÁS PARA VAZAMENTO	22
5.4	LIMITAÇÕES DO DISPOSITIVO	22
6	CONCLUSÃO	12
	REFERÊNCIAS	13

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de localização de vazamento de gases remete a datas bem antigas onde o intermédio tecnológico, presente hoje, não estava disponível.

Os romanos imergiam em tanques com água barris de vinho visando detectar o surgimento de bolhas nas juntas dos barris, esta técnica arcaica ainda é utilizada por mecânicos para localizar vazamento em pneus.

Na mineração era comum o uso de uma lamparina como forma de detecção de gases combustíveis, através da variação das cores da chama. Os sentidos humanos também eram utilizados para a detecção de vazamento por meio da audição e do olfato(CALENTE et al.,).

Contudo o avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de equipamentos mais precisos e seguros, através da diminuição da margem de erro e da classificação do tipo de gás detectado, dentro da gama de gases reconhecido pelo sensor.

Visando reduzir o número de acidentes causados por vazamentos e/ou descuidos quanto à utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP) em instalações residenciais, planejamos criar um sistema capaz de monitorar a concentração de gás em um ambiente e de fechar automaticamente a alimentação de gás do fogão.

Para tal, pretendemos utilizar uma válvula solenoide com um sistema microcontrolado que recebe a medição de um sensor de concentração de gás. Assim, o presente trabalho descreve os princípios de funcionamento dos dispositivos utilizados e a metodologia a ser seguida.

1.1 MOTIVAÇÃO

Devido as suas propriedades físicas os vazamentos de certos tipos de gases podem gerar grandes tragédias.

Usualmente os detectores atuais possuem a capacidade de identificar vazamentos de acordo com a sua proporção em relação ao oxigênio, sendo apenas emitido avisos sonoros

como forma de aletas sobre o vazamento. Sendo possível considerar uma ação passiva, pois não efetua efetivamente uma ação direcionada a resolução do problema.

O Corpo de Bombeiros recomenda algumas medidas de prevenção de vazamento de gás. Este tipo de acidente é quase sempre causado pela falta de manutenção no chamado “kit de gás”, composto por mangueira, abraçadeiras e regulador de pressão. Este kit deve ser substituído periodicamente, de cinco em cinco anos, sempre após o vencimento. Geralmente não é o botijão que explode e sim a instalação.

Tendo em vista as informações apresentadas propomos a elaboração de um equipamento que detectando o vazamento de gás interrompa o fornecimento, mantendo desta forma a integridade da instalação e a segurança dos usuários.

1.2 OBJETIVOS

A finalidade deste projeto é apresentar um dispositivo de detecção de vazamento de gás com uma ação/resposta direcionada a diminuição do risco de explosão e exposição ao gás, não sendo apenas um dispositivo passivo na monitoração do ambiente.

Visamos utilizar equipamentos e componentes que possibilitem a elaboração de um dispositivo capaz de aumentar a segurança dentro de um custo econômico aceitável.

As etapas inicialmente propostas são:

- realizar a leitura do sensor de gás;
- compreender o funcionamento do solenoide;
- integrar a leitura do sensor com o solenoide, usando ele como um agente de resposta a leitura do sensor.

2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Este capítulo tem como objetivo detalhar os motivos que incentivaram este trabalho.

Também são apresentadas soluções disponíveis no mercado. E por fim, são apresentados as vantagens e restrições específicas do dispositivo proposto.

2.1 SEGURANÇA DOMÉSTICA

Vazamento de gás é um dos acidentes domésticos mais comuns. Quando ocorre, dependendo da concentração, a chama de um fósforo, a faísca produzida pelo relé da geladeira ou pelo interruptor de luz são suficientes para causar uma explosão.

2.2 PROBLEMAS DE SAÚDE POR EXPOSIÇÃO A GÁS DE COZINHA

Além do risco de explosão, a exposição prolongada de um ser humano em um ambiente com vazamento de gás pode acarretar em diversos riscos à saúde e dependendo da concentração e tempo de exposição pode levar ao óbito. De acordo com a *National Library of Medicine*, se um vazamento de gás ocorreu e é grave, o oxigênio pode ser reduzido causando tonturas, cansaço, náuseas, dor de cabeça e respiração irregular.

O gás liquefeito de petróleo (GLP) é mais pesado do que o ar e, quando ocorre vazamento, se acumula a partir do piso, expulsando o oxigênio e preenchendo todo o ambiente. O gás quando está sobre pressão no botijão e ocorre vazamentos, há absorção do calor na vaporização do gás e nesta fase pode causar queimaduras.

2.3 SOLUÇÕES EXISTENTES

O gás liquefeito de petróleo possui a característica de ser inodoro, uma das medidas adotadas para prevenção de vazamentos foi inserir um composto a base de enxofre para possibilitar a percepção olfativa do vazamento.

Existem no mercado detectores de gás que analisam a concentração de gás e dependendo do nível emitem um sinal sonoro e um sinal visual no próprio aparelho. Que pode ser instalado tanto em ambientes residenciais, comerciais e depósitos destinados ao armazenamento (MINULIGHT, 2016).

2.4 BENEFÍCIOS DO DISPOSITIVO PROPOSTO E SUAS RESTRIÇÕES

A expectativa do projeto é fomentar a criação de um dispositivo capaz de detectar o vazamento de gás integrando o sensor de gás e o solenoide com a plataforma de prototipagem Arduino.

O principal benefício do dispositivo é a característica de interação ativa capaz de bloquear o fornecimento de gás, visando a diminuição do risco de explosão, asfixia e até óbito.

O projeto não tem como funcionalidade a característica de tratar erros do sensor ou até de armazenar os dados recebidos por ele.

O protótipo somente fará a leitura do nível de gás e dependendo deste valor terá um comportamento.

Por questões de segurança e para praticidade na demonstração será utilizado um isqueiro como agente de vazamento, posicionado próximo ao sensor.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os dispositivos a serem utilizados e os conceitos fundamentais para o entendimento do projeto.

3.1 GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

As principais características físicas dos gases são a sua grande compressibilidade e extraordinária capacidade de expansão. Os gases não apresentam um volume fixo, pois sempre ocupam o volume total do recipiente em que estão confinados. Outra propriedade inerente aos gases é que eles são miscíveis entre si em qualquer proporção, ou seja, formam uma mistura homogênea (SALVADOR; USBERCO, 2006).

O GLP é separado das frações mais leves do petróleo ou das mais pesadas do gás natural. Na temperatura e pressão atmosférica normalmente encontrada no ambiente é um gás extremamente inflamável e asfixiante se aspirado em altas concentrações. A inalação prolongada pode provocar tonturas e, até mesmo a morte (LIQUIGAS, 2016).

O GLP é um combustível, sendo formado pela mistura de hidrocarbonetos com três ou quatro átomos de carbono (principalmente propano e butano) extraído do petróleo (LIQUIGAS, 2016).

O GLP é conhecido como “gás de cozinha”, devido à sua principal aplicação como gás utilizado em fogões. Além desta aplicação ele é utilizado como fonte de combustível industrial em fábricas e como combustível automotor em empilhadeiras, utilizadas em ambientes fechados.

À temperatura ambiente, mas submetido à pressão na faixa de 3 a 15 kgf/cm^2 , o GLP se apresenta na forma líquida. Deste fato resulta o seu nome, gás liquefeito de petróleo, e sua grande aplicabilidade como combustível. Por ser mais pesado que o ar, o GLP concentra-se ao nível do chão, ocupando gradativamente todo o ambiente na medida em que o vazamento não é estacando (CONPET, 2016).

Na Tabela 5 encontra-se os sintomas causado pela exposição ao GLP de acordo com a sua concentração:

Tabela 5: Sintomas devidos à exposição ao GLP.

Concentração (ppm)	Sintomas
35	Nenhum sintoma adverso dentro de 8 horas de exposição.
200	Dor de cabeça após 2 a 3 horas de exposição.
400	Dor de cabeça, náusea após 1 a 2 horas de exposição.
800	Dor de cabeça, náusea e distúrbios após 45 minutos de exposição; morte em até 2 horas de exposição.
1000	Perda de consciência.
1600	Dor de cabeça, náusea e distúrbios após 5 a 10 minutos de exposição; perda de consciência após 30 minutos de exposição.
1800	Efeitos fisiológicos imediatos, perda de consciência e risco de vida após 1 a 3 minutos exposição.

Fonte: (CONPET, 2016)

3.2 SENSOR DE GÁS SEMICONDUTOR

Sensor é um termo empregado para designar dispositivos sensíveis a alguma forma de energia do ambiente, essa sensibilidade pode ser luminosa, térmica, cinética, relacionando informações sobre uma grandeza que pode ser medida, como: temperatura, pressão, velocidade, corrente, aceleração, posição, etc. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2005)

O sensor semicondutor ganhou popularidade durante o final de 1980 uma vez que pareceu oferecer a possibilidade de um detector universal de gás, de baixo custo. Ele opera através da absorção de gás na superfície de um óxido aquecida. Essa superfície, geralmente, costuma ser um filme fino de óxido de metal (óxidos de metais de transição ou metais pesados, tais como estanho) (MACHADO, 2011).

A absorção da amostra de gás na superfície do óxido, seguido por oxidação catalítica, resulta em uma mudança da resistência elétrica do material óxido e pode ser relacionado com a concentração de gás da amostra.

A sensibilidade e estabilidade das medições do sensor a longo prazo não dependem unicamente das propriedades catalíticas, mas também das propriedades básicas do material como a microestrutura e concentração de elétrons (MACHADO, 2011).

O sensor de gás a ser utilizado é o MQ-6. Ele possui uma saída com uma tensão analógica, pode medir concentrações na faixa de 200 a 10.000 ppm (partes por milhão), opera entre -20°C e 50°C e consome menos de 750 mA a 5V.

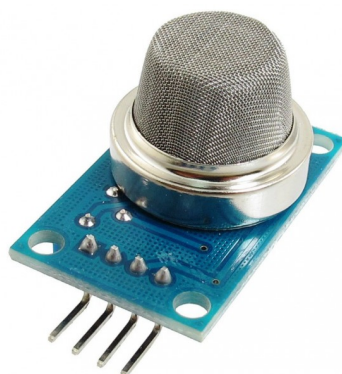


Figura 5: Sensor de Gás MQ-6.
(ELETRODEX, 2016)

A figura 6 abaixo mostra as características de sensibilidade do MQ-6 para vários gases a temperatura de 20°C e usando um resistor de 10 kW. No eixo X temos as concentrações em ppm e no eixo y os valores de R_s/R_o . R_o é a resistência do sensor em 1000 ppm de GLP e R_s é resistência a diferentes concentrações.

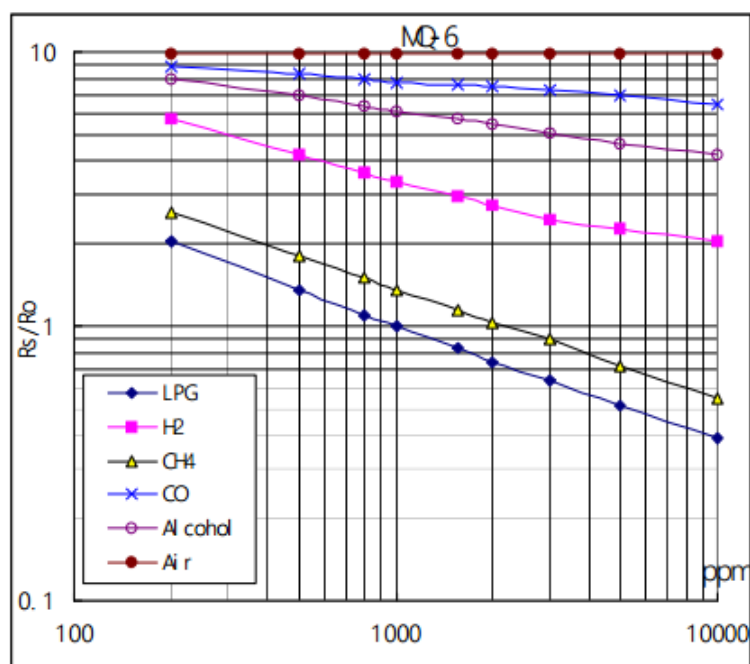


Figura 6: Sensibilidade do Sensor MQ-6 para diferentes gases.
(HANVEI, 2016)

3.3 VÁLVULA SOLENOIDE

Uma válvula solenoide é um atuador que converte energia eletromagnética em energia mecânica e é formada basicamente por um solenoide e um êmbolo.



Figura 7: Válvula Solenoide Thermoval 7145
(SERVIMIG, 2016)

Um solenoide é uma bobina helicoidal formada por várias espiras circulares, como exemplificado na Figura 8.

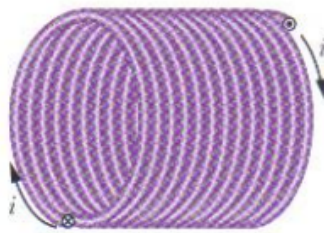


Figura 8: Solenóide
(HALLIDAY et al., 2013)

O princípio físico principal de funcionamento da válvula é o Campo Magnético: uma propriedade básica de algumas partículas, assim como a massa que gera o campo gravitacional e a carga elétrica que gera o campo elétrico. Ele também pode ser produzido por eletroímãs (HALLIDAY et al., 2013). O valor do Campo Magnético é dado experimentalmente pela Equação 5.

$$B = \frac{F_b}{|q|v} \quad (5)$$

Uma vez que o Campo Magnético é uma grandeza vetorial, podemos reescrever essa equação como em 6, que nos diz que uma partícula com uma carga q , na presença de um campo magnético \vec{B} , sofre um força sempre perpendicular à sua velocidade \vec{v} e ao campo \vec{B} .

$$\vec{F}_b = q\vec{v} \times \vec{B}. \quad (6)$$

O campo gerado por um solenóide ideal pode ser calculado a partir da lei de Ampère

e tem uma configuração interessante como representado na Figura 9: internamente às espiras é intenso e uniforme.

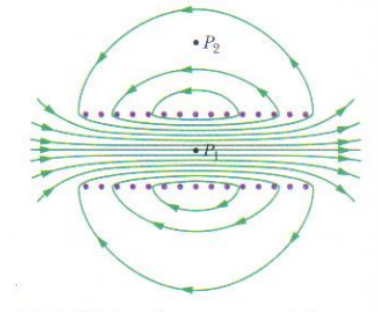


Figura 9: Linhas de campo magnético em um solenoide
(HALLIDAY et al., 2013)

Assim, ao se colocar um êmbolo feito de um material ferroso, por exemplo, no interior do solenoide energizado, ele recebe uma aceleração uniforme devido a força magnética gerada pelo campo e este movimento pode ser usado para bloquear ou liberar a passagem de fluídos. Uma esquematização desse funcionamento é feito na Figura 10.

3.4 ARDUINO

O Arduino (Figura 11) é uma plataforma de prototipagem eletrônica criado com o objetivo de permitir o desenvolvimento de controle de sistemas interativos, de baixo custo e acessível a todos. Uma das vantagens de utilizar o Arduino é que todo seu material está sobre licença open-source, permitindo acesso de forma gratuita (NAKONETCHNEI et al., 2013).

A plataforma é composta essencialmente de duas partes: o Software e o Hardware.

3.4.1 SOFTWARE

A parte de Software é feita pela IDE (Integrated Development Environment). O software é utilizado para a criação dos sketches (programas) que serão transferidos e executados para a placa Arduino. A linguagem usada para a programação é modelada a partir da linguagem Processing¹.

Um sketch é dividido em duas funções: a função setup e a função loop. A função setup é executada apenas uma vez, quando o programa é inicializado. É o local onde há instruções gerais para inicialização dos pinos e bibliotecas utilizadas no programa. A função loop é

¹ www.processing.org, Acesso em Out. 2016

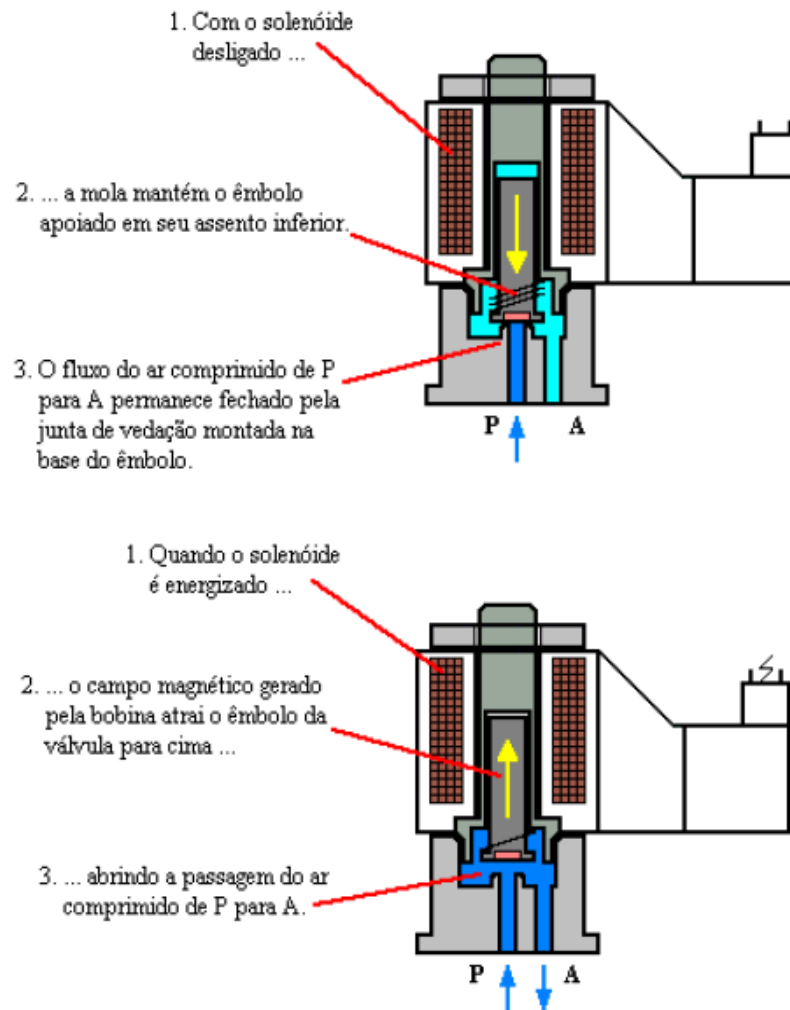


Figura 10: Funcionamento de uma válvula solenoide
(MOREIRA, 2011)

executada continuamente até a placa ser desligada ou resetada, local onde está o programa propriamente dito.

Ademais, também permite um monitoramento da comunicação serial (Serial Monitor), muito útil para identificação de erros no código, observação do comportamento do sistema e até mesmo o envio de comandos por este meio em determinada aplicação.

3.4.2 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Responsável por receber a energia de alimentação externa, que pode ter um tensão de no mínimo 7 volts e no máximo 35 volts e uma corrente mínima de 300mA. A fonte filtra e depois regula a tensão de entrada para duas saídas: 5 volts e 3,3 volts.



Figura 11: Arduino Uno
(ARDUINO, 2016)

3.4.3 NÚCLEO DE PROCESSAMENTO

O núcleo de processamento de uma placa Arduino é um microcontrolador. Esse chip que possui todo hardware para obter dados externos, processar esses dados e devolver para o mundo externo.

O microcontrolador é um dispositivo semicondutor em forma de circuito integrado, que integra as partes básicas de um microcomputador – microprocessador, memórias não-voláteis e voláteis e portas de entrada e saída. Geralmente, é limitado em termos de quantidade de memória, principalmente no que diz respeito a memória de dados, é utilizada em aplicações específicas, ou seja, naquelas que não necessitam armazenar grandes quantidades de dados. Apresenta um custo bastante baixo e possui vários fornecedores. (GIMENEZ, 2005)

Os desenvolvedores do Arduino optaram em usar a linha ATmega de microcontroladores da empresa ATMEL. Existem placas Arduino oficiais com diversos modelos desta linha, que diferem na quantidade de memória de programa (ROM) e na configuração dos módulos de entrada e saída disponíveis. O arduino Uno, utilizado para desenvolver as atividades propostas, utiliza o ATmega328 de 8bits, com 32k de memória flash e frequência máxima de operação de 20Mhz (ATMEL, 2016).

3.4.4 ENTRADA/SAÍDAS DIGITAIS E ANALÓGICAS

O Arduino Uno possui 14 entradas digitais que podem ser programadas para detectar se o pino se encontra em um estado “HIGH” ou “LOW”. Na prática, o programa pode saber se um pino está alimentado com 0 (zero) ou 5 Volts. Estão disponíveis também, seis entradas analógicas, com a capacidade de medir a tensão aplicada. Através da entrada analógica, é possível ler sensores que convertem alguma grandeza física em um valor de tensão que depois é lido pela entrada analógica.

4 METODOLOGIA

A execução do projeto foi dividida em cinco partes: especificação, pesquisa, testes, e montagem do sistema de cancelamento de gás. As duas primeiras aludem ao embasamento teórico que foi necessário para a escolha e planejamento do projeto. Testes refere-se à parte prática, consolidando fisicamente o projeto e testando seu funcionamento prático. A etapa de montagem foi a finalização do projeto, de modo a unir o que foi construído e testado para gerar o dispositivo final. Nas seções abaixo encontram-se as descrições mais detalhadas dessas etapas.

4.1 ESPECIFICAÇÃO

Etapa inicial do projeto que levou duas semanas. Nela foram pesquisados diferentes tipos de projetos, tal como a viabilidade de cada um nessa disciplina. Quando o projeto foi escolhido, foram então especificados os aspectos e objetivos do projeto. Nesta etapa foi entregue a proposta do projeto.

A Figura 13 mostra o diagrama de blocos e a Tabela 7 apresenta o orçamento dos materiais a serem utilizados.

4.2 PESQUISA

Nesta etapa foram estudadas as propriedades físicas que poderiam ser utilizadas para atender as especificações do projeto. A partir disso, foram pesquisados sensores capazes de ler dados relacionados a essas propriedades e convertê-las em um sinal de saída. Durante esta etapa foram considerados sensores: catalíticos, semicondutor, térmica, gás por infravermelho e eletroquímico. Foi desenvolvido o relatório de Fundamentos teóricos dos sensores.

A plataforma de prototipagem de código-aberto Arduino foi a que melhor se adequou as necessidades do projeto, possibilitando uma fácil integração entre as leituras obtidas do sensor e a resposta para o solenoide. Utilizou-se para isso a sua IDE que permite a elaboração de softwares de forma prática, além de permitir um upload do software desenvolvido para o

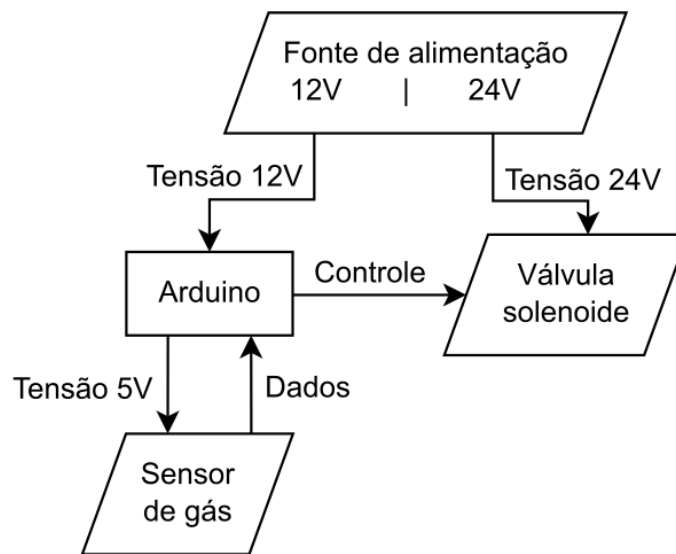


Figura 13: Diagrama de Blocos do Dispositivo Proposto

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7: Orçamento dos materiais utilizados.

Produto	Preço
Sensor de Gás MQ-6	R\$ 29,80
Válvula Solenoide Thermoval 7145	R\$ 164,43
Arduino UNO	R\$ 139,00
2 Conectores Espigão	R\$ 6,00
Registro de Gás	R\$ 15,00
Isqueiro	R\$ 5,00
Mangueira de Gás	R\$ 11,99
Transistor IRF540	R\$ 1,22
Plug P-4 9mm	R\$ 2,29
Cabo Paralelo 1m x 20mm	R\$ 0,51
Cabo Paralelo 1m x 75mm	R\$ 1,67
Borne KRE 02	R\$ 0,76
Borne KRE 03	R\$ 1,12
Total	R\$ 378,79

microcontrolador do Arduino de forma simplificada.

4.3 TESTE

Nesta etapa foi escolhido o sensor de gás MQ-6 que, a partir do estudo feito na etapa anterior, atendia melhor às especificações do sistema para medir o nível de concentração de gás GLP no ambiente. Também foi projetado o circuito com o sensor e a válvula, testando sua resposta junto ao Arduino.

As leituras obtidas pelo sensor de gás foram acompanhadas através do Serial Monitor, possibilitando observar o aumento da concentração de gás no ambiente quando simulado um vazamento de pequeno porte.

Inicialmente a proposta para a demonstração prática do dispositivo era a simulação de vazamento de gás através de um botijão de pequena capacidade, porém esta concepção acabou se demonstrando pouco viável, podendo resultar em acidentes. Como a demonstração ocorrerá em um ambiente fechado, sala de aula, com diversos outros projetos sendo apresentados foi escolhido um isqueiro para simulação de vazamento. Tal medida possibilita a percepção no aumento de concentração de gás no ambiente através da leitura do sensor sem colocar em risco os alunos e professores presentes.

O software que visa integrar as leituras do sensor com uma resposta do solenoide também foi testado, trazendo alterações importantes de funções básicas esquecidas inicialmente na etapa de especificação. Pois após a percepção de aumento na concentração de gás obtidas pelo sensor e o fechamento da válvula para interrupção no fornecimento de gás para a instalação foi esquecido a implementação de alguma forma de interação que possibilite a reabertura da válvula. Para isto será utilizado o próprio reset da plataforma de prototipagem Arduino que interromperá o funcionamento do dispositivo por alguns instantes, retornando ao estado inicial que abre a válvula até que a leitura do sensor reporte alguma alteração.

4.4 MONTAGEM

Nesta etapa foi feita a montagem de todo o sistema, com o circuito, a válvula, a mangueira de gás, o registro e todos os componentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, apresentamos um projeto semelhante à proposta atual, que consistia em um dispositivo de bloqueio que ativaria um motor automaticamente para fechar o regulador de gás quando a concentração aumentasse. Porém, esta ideia precisou ser reavaliada devido a necessidade de um alto torque para fechar a válvula do regulador. Quanto maior o torque, notou-se um aumento significativo no valor desse item do projeto, o que diminuiu a viabilidade econômica. A solução adotada para contornar esse problema foi a substituição do motor por uma válvula solenoide, que será instalada próximo ao regulador de gás, apresentando um valor inferior ao do motor e mantendo o efeito final esperado de interrupção no fornecimento de gás.

Os testes com o solenoide também trouxeram alterações no projeto inicial, sendo necessária a elaboração de uma fonte externa de alimentação para seu efetivo funcionamento e adaptações nos bicos de ligação, pois os fornecidos com a válvula possuíam um dimensionamento inferior ao utilizado, e padronizado pelo INMETRO, no projeto.

5.1 DESCRIÇÃO DO HARDWARE FINAL

A figura 15 mostra o Diagrama Esquemático final do dispositivo foi montado e a seguir segue uma descrição dos componentes e sua utilização.

5.1.1 FONTES 12 E 24

Como a alimentação do projeto é definida superiormente pelo solenoide, que precisa de 24V, e inferiormente pelo Arduino Uno, que por recomendação suporta alimentação mínima de 6V e máxima de 15V, utiliza-se uma fonte dupla: 24V para a alimentação do circuito de potência e 12V para o circuito de controle, ambas com ampla disponibilidade de corrente para o funcionamento adequado.

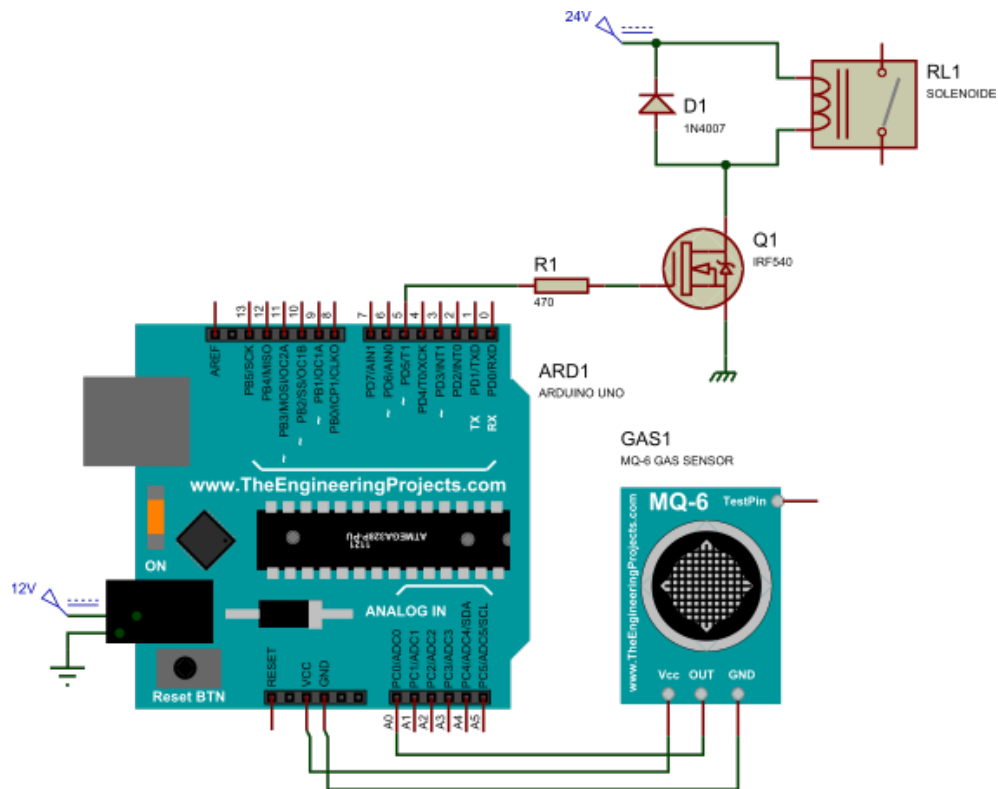


Figura 15: Diagrama Esquemático

Fonte: Autoria própria.

5.1.2 SENSOR GAS1

O sensor de gás MQ-6, produzido e revendido genericamente, é o sensor do sistema, medindo a concentração de gás em partes por milhão (ppm) de ar, conforme sua calibração. Alimentado pela saída de 5V/VCC de ARD1, tem seu pino de saída ligado a um pino de I/O analógico do Arduino.

5.1.3 SOLENOIDE RL1

O solenoide 7145 da Termoval é o atuador do sistema, controlando a passagem ou não de GLP, operando à tensão de 24V. Se houver corrente através de sua bobina, abre-se a válvula, permitindo a passagem de gás. Se não estiver alimentado, fecha-se a válvula bloqueando então o fluxo de gás. Foi utilizado este modelo devido à sua blindagem contra faiscamento, o que o torna adequado a operações com GLP, e sua disponibilidade.

5.1.4 CONTROLADOR ARD1

Através de uma de suas portas I/O analógicas, realiza-se a leitura constante do sensor GAS1, e, a partir de determinado limiar de concentração de gás, espera-se um tempo e realiza-se uma nova leitura. Se esta ainda estiver acima do limiar, a porta I/O digital que estiver acoplada ao transistor Q1 passará ao nível lógico baixo cortando o transistor, e, conseqüentemente, fechando o solenoide RL1.

5.1.5 DIODO D1

Como RL1 é uma bobina que carrega e descarrega, quando há a abertura do transistor Q1, precisa liberar energia de algum modo até seu descarregamento. A função de D1 é fechar uma malha, permitindo o fluxo de corrente através da própria bobina RL1.

5.1.6 RESISTOR R1

Um resistor R1 de 470 ohms é utilizado entre a saída digital do Arduino Uno e o gatilho (gate - G) do transistor Q1 para limitar a corrente de saída do controlador. Usa-se um valor baixo, porém, de modo a não limitar demais a corrente disponível, mas sim possibilitar o acionamento de Q1.

5.1.7 TRANSISTOR Q1

Utiliza-se um transistor MOSFET IRF540 nas regiões de corte e saturação, como chave digital. Como o controlador Arduino não consegue alimentar diretamente dispositivos de tensões mais altas e/ou de consumo elevado de corrente, se faz necessária a utilização de um driver, que realiza o interfaceamento da lógica operacional ao circuito de potência. O IRF540, especialmente, permite passagem de aproximadamente 10A entre seus terminais de dreno (drain - D) e fonte (source - S), quando a tensão entre D e S for de 24V e a tensão entre G e S for 5V. Poderia-se utilizar outros modelos de transistores, TBJ ou JFET, desde que permitam certa margem de corrente para o funcionamento do circuito, o IRF540 foi utilizado por estar imediatamente disponível.

Quando o transistor está na região de corte, não há corrente entre D e S, e, portanto, não há corrente no solenoide RL1. Se estiver na região de saturação, o transistor opera como se fosse uma resistência muito baixa, permitindo a passagem de corrente do dreno à fonte, permitindo também o funcionamento de RL1.

5.2 DESCRIÇÃO DO CÓDIGO FONTE

A seguir é apresentado o código que foi programado no arduino. As primeiras linhas definem os pinos utilizados para o sensor e para ativar a válvula, assim como um valor definido para o vazamento de gás.

Na função *loop()*, o programa faz uma leitura do sensor e compara com o valor definido para vazamento. Se essa leitura é maior que o valor de vazamento, então o programa envia um sinal pela saída do solenoide para fechá-lo

Listing 5.1: "Código programado no Arduino"

```
int pin_sensor = A0;
int pin_valvula = 5;
int valor_vazamento = 50;
int vazamento = 0;

void setup () {
    pinMode(pin_sensor , INPUT);
    pinMode(pin_valvula , OUTPUT);
    digitalWrite(pin_valvula , HIGH);
    Serial.begin(9600);
}

void loop(){
    int valor_sensor = analogRead(pin_sensor);
    Serial.print("_Pino_A0_: ");
    Serial.print(valor_sensor);
    Serial.print("_Vazamento_: ");
    Serial.println(vazamento);

    if(valor_sensor > valor_vazamento){
        digitalWrite(pin_valvula , LOW);
        vazamento=1;
    }
    delay(1000);
}
```

5.3 DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE GÁS PARA VAZAMENTO

Para uma utilização precisa do sensor, este precisa ser calibrado na presença de GLP a uma concentração controlada para determinar a escala da sua unidade de medida. No entanto, como o projeto não tem interesse na exata concentração e essa calibragem demandava recursos de laboratório não disponíveis, os valores foram obtidos experimentalmente.

Na ausência de gás, o sensor fornece uma leitura em torno de 10 u.m.. Quando aproximado um isqueiro aberto, essa leitura vai rapidamente para mais de 50 u.m., chegando em volta de 600 u.m., como se pode ver na Figura 16.

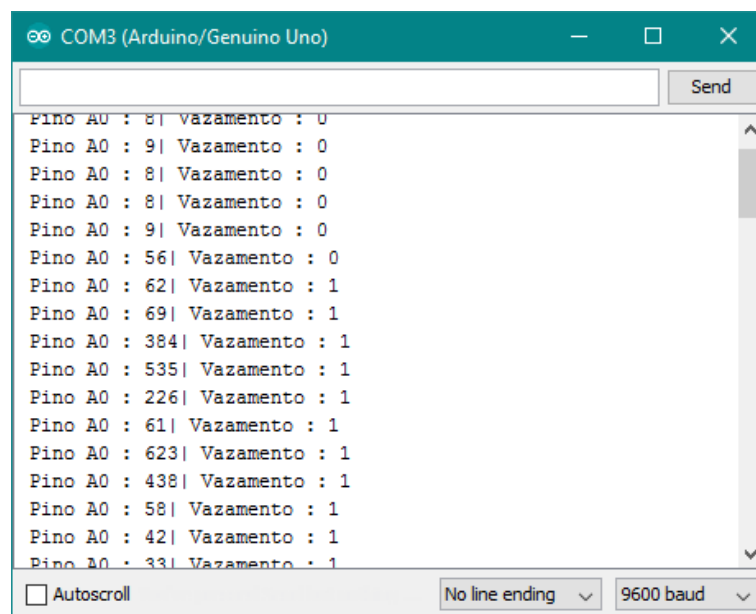


Figura 16: Leitura fornecida pelo sensor na proximidade de um isqueiro aberto.

Fonte: Autoria própria.

No entanto, quando testado a 30 cm de um fogão com uma boca aberta e fogo apagado, o sensor vai aumentando a leitura bem devagar, ultrapassando 50 u.m. após um minuto. Assim, esse foi considerado um valor liminar que determina vazamento.

5.4 LIMITAÇÕES DO DISPOSITIVO

Como restrição do dispositivo, podemos citar de que a válvula utilizada necessita de energia elétrica para permanecer aberta. Assim, esperamos um aumento no consumo de energia e, em caso de corte no abastecimento de eletricidade, a pessoa ficaria impossibilitada de utilizar o gás.

Uma alternativa para solucionar este problema seria buscar uma válvula que tivesse o funcionamento inverso: que utilizasse a energia para permanecer fechada. No entanto, isso apresentaria um risco para a segurança, pois em caso corte no abastecimento de energia, o dispositivo não seria capaz de detectar um vazamento e estaria com a válvula aberta.

6 CONCLUSÃO

Este projeto apresentou o desenvolvimento de um dispositivo que detecta o vazamento de gás de cozinha e interrompe o fornecimento do gás. Primeiramente foi apresentado o funcionamento dos dispositivos que compõem o sistema, como o sensor de gás, a válvula solenoide e o arduino.

Depois, foi apresentado a metodologia, onde foi explicado procedimentos seguidos pela a equipe para a elaboração do projeto, como especificação, pesquisa, teste, confecção e montagem. Um fato importante foi a necessidade de substituir a ideia inicial que era utilizar um motor para fechar o registro do botijão por uma válvula de gás. Também se apresentou o diagrama de blocos e o orçamento do material necessário.

Finalmente, apresentou-se os resultados encontrados, com o hardware e software final do dispositivo, a definição do limite de gás que representa vazamento, assim como as limitações do dispositivo.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. **Arduino UNO REV3**. 2016. Disponível em: <<https://store-usa.arduino.cc/products/a000066>>. Acesso em: 4 out. 2016.
- ATMEL. **ATmega328**. 2016. Disponível em: <<http://www.atmel.com/devices/atmega328.aspx>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- CALENTE, A.; PIO, A.; MENEZES, R. T. **Técnicas Preditivas Ligadas à Inspeção**. [S.l.]: CST Arcelor Brasil.
- CONPET. **O GLP**. 2016. Disponível em: <<http://www.conpet.gov.br/>>. Acesso em: 9 nov. 2016.
- ELETRODEX. **Modulo sensor de gás MQ-6 para arduino**. 2016. Disponível em: <<http://www.servimig.com.br/valvula-solenoide-24v.htm>>. Acesso em: 4 out. 2016.
- GIMENEZ, S. P. **Microcontroladores 8051**. São Paulo: Pearson, 2005.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 3: eletromagnetismo**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- HANVEI. **TECHNICAL DATA MQ-6 GAS SENSOR**. 2016. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-6.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2016.
- LIQUIGAS. **O GLP**. 2016. Disponível em: <<http://www.liquigas.com.br/>>. Acesso em: 9 nov. 2016.
- MACHADO, C. **SENSORES DE GÁS – PRINCÍPIOS E TECNOLOGIAS**. 2011. Disponível em: <<http://www.protecaoespiratoria.com/sensores-de-gas-principios-e-tecnologias/>>. Acesso em: 13 set. 2016.
- MINULIGHT. **Detector de vazamento de gás**. 2016. Disponível em: <<http://www.minulight.com.br/gas/detectores/detector-de-vazamento-de-gas/>>. Acesso em: 26 out. 2016.
- MOREIRA, I. S. **Automatização Eletro-Hidráulica**. [S.l.]: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial-Escola SENAI, 2011.
- NAKONETCHNEI, E.; BATOCHI, H.; MENGARDA, R. **Material de Apoio Didático para o Aprendizado de Programação em Arduino**. [S.l.]: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.
- SALVADOR, E.; USBERCO, J. **Química Geral Ensino Médio – Volume 1**. São Paulo: LTC, 2006.

SERVIMIG. **Valvula Solenoide 24V.** 2016. Disponível em: <<http://www.servimig.com.br/valvula-solenoide-24v.htm>>. Acesso em: 4 out. 2016.

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. d. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações.** São Paulo: Érica, 2005.