

## DISPOSITIVO GPRS PARA DETECÇÃO DE GASES NOCIVOS EM AMBIENTES INDUSTRIAIS

L. K. A. Cardoso (IC)<sup>1</sup>; V. M. C. Silva (IC)<sup>1</sup>; L. K. Avelino (IC)<sup>1</sup>; J. M. Vilas Boas (PQ)<sup>2</sup>; I. F. V. Júnior (PQ)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Parnamirim - Técnico Integrado em Mecatrônica

<sup>2</sup> Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Parnamirim - e-mail: [joao.vilasboas@ifrn.edu.br](mailto:joao.vilasboas@ifrn.edu.br)

<sup>3</sup> Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) - Campus Natal central - e-mail: [ivanilson.junior@ifrn.edu.br](mailto:ivanilson.junior@ifrn.edu.br)

### RESUMO

Mesmo com todos os esforços para evitar incidentes, com o decorrer do avanço tecnológico e da quantidade de novos utensílios para garantir a segurança e gerenciamento dos riscos nas indústrias químicas, acidentes e desastres persistem a acontecer. Isso ocorre devido ao fardo manuseio de produtos inflamáveis ou tóxicos, com capacidade de causar grandes explosões e dispersões de nuvens tóxicas, comprometendo o ambiente de trabalho, uma vez que põem em risco a vida de inúmeros trabalhadores, além de proporcionar grande prejuízos as empresas. Na tentativa de realizar a análise dos riscos e avaliar se determinada área está comprometida por algum vazamento de gás, garantindo

assim a segurança dos operários, o presente projeto tem como intuito idealizar um módulo detector de gases capaz de informar se está ocorrendo algum vazamento naquele espaço. Onde, através do microcontrolador Arduino e quatro sensores de gases, ocorreria o monitoramento da indústria. Em caso de vazamento, há a comunicação entre o usuário e o módulo através mensagem de celular, utilizando a tecnologia GPRS, diminuindo assim os riscos inerentes em consequência do manuseio desses produtos nas indústrias químicas e petroquímicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústrias Petroquímicas, Segurança, Gases Nocivos.

## GPRS DEVICE FOR DETECTION OF HARMFUL GAS IN INDUSTRIAL ENVIRONMENTS

### ABSTRACT

Even with efforts to prevent incidents, in the course of technological advancement and the amount of new tools to ensure the safety and risk management in the chemical industry, accidents and disasters continue to happen. This is due to large manipulation of flammable or toxic products that is capable of causing large explosions and dispersion of toxic clouds, affecting the work environment, once jeopardize the lives of countless workers and providing extensive damage companies. Trying to make the analysis of risks and assess whether a area is committed by a gas leak, thus

ensuring the safety of workers, this project has the intention to devise a gas detector module to inform whether a leak is occurring in that space . Where, through the Arduino microcontroller and four gas sensors, occur the monitoring industry. In case of leakage, the communication between the user and the module via mobile message occurs, using GPRS technology, thus reducing the risks as a result of handling these products in chemical and petrochemical industries.

**KEY-WORDS:** Petrochemical, Security, Harmful Gas.

## **DISPOSITIVO GPRS PARA DETECÇÃO DE GASES NOCIVOS EM AMBIENTES INDUSTRIAIS**

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente a principal fonte energética do mundo é o petróleo, tornando-se extremamente importante não só para combustíveis dos mais diversos veículos de locomoção, mas também como matéria-prima de diversos produtos comercializados. Entretanto, no estado em que é obtido, óleo cru, o mesmo não tem muitas aplicações. Por isso, para que seu potencial energético seja eficaz, o mesmo passa por diversas operações físicas e químicas que garantem o seu potencial energético, o que é chamado de refino do petróleo.

Contudo, não obstante ao seu enorme potencial, a prospecção do petróleo, seja de maneira "on shore" ou "off shore", notoriamente oferece enormes perigos, principalmente no que tange aos riscos de acidentes aos que estão envolvidos nos processos de extração e refino.

Segundo Farias (2010), as indústrias químicas, petroquímicas, principalmente as de refino do petróleo, apresentam riscos inerentes à utilização e ao manuseio de produtos inflamáveis, corrosivos e tóxicos que podem ter o potencial de causar explosões, incêndios e dispersões tóxicas com graves consequências às pessoas, à propriedade e ao meio ambiente.

Em 1981, ocorreu o mais grave acidente da Revap (Refinaria Henrique Lage, em São José dos Campos, SP) que custou a vida de dez trabalhadores devido ao vazamento de gás sulfídrico. Neste episódio, todos aqueles que foram atingidos pelo gás imediatamente perderam a consciência.

Nos dias atuais, a preocupação com o monitoramento dos gases tóxicos em refinarias de petróleo tornou-se foco de uma grande quantidade de pesquisas. Isso se deve à ameaça nas indústrias representada por gases como o sulfeto de hidrogênio, a amônia, o gás liquefeito de petróleo e o monóxido de carbono.

O sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), também denominado gás ácido ou gás sulfídrico, além bastante inflamável, é incolor, extremamente tóxico, corrosivo e mais denso que o ar. Tornando-o assim, extremamente perigoso. (SANDRES; MAINIER, 2009)

Na indústria de petróleo, a principal fonte do  $H_2S$  ocorre tanto durante o refino do petróleo, quanto durante os tratamentos de gás natural. Devido a sua natureza tóxica, dependendo da concentração em que forem expostos, o sulfeto de hidrogênio pode causar desde irritação nos olhos, até, em casos mais graves, paralisar o sistema nervoso e respiratório dos seres humanos, podendo causar sua morte em poucos minutos. Assim, caso haja um acidente envolvendo vazamento de sulfeto de hidrogênio, as consequências podem alcançar enormes proporções, colocando em risco não só a vida humana, como o patrimônio industrial e o meio ambiente. (SANDRES; MAINIER, 2009)

A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é outro exemplo de risco no ambiente das petrolíferas. Isso porque faz parte dos produtos básicos usados no refino de petróleo, podendo gerar riscos à saúde por ser corrosivo para pele, olhos, vias aéreas superiores e pulmões. Representando outro risco, há o gás liquefeito de petróleo, mais conhecido como GLP, o qual é um produto derivado de petróleo de consumo mais popular. Por tratar-se de uma mistura de gases, a exposição é principalmente por via inalatória. O aumento da concentração de GLP desloca o ar atmosférico, diminuindo a quantidade de oxigênio disponível o que pode levar à asfixia em ambientes fechados. (CETESB, 2010)

Em virtude desses problemas, o projeto em questão consiste em minimizar os acidentes com gases nocivos e inflamáveis através de um dispositivo capaz de detectar e alertar os trabalhadores dos riscos apresentados nas petrolíferas. Para tal, o dispositivo constitui-se em sensores de gás, shield GPRS e uma plataforma de controle e prototipagem prática – o Arduino. Através do Arduino é efetuado toda a programação para a detecção dos gases por meio de sensores, que por sua vez são capazes de determinar a concentração em ppm (partes por milhão) desses gases. Para transmissão dos dados da plataforma, utilizamos um shield GPRS integrado ao Arduino, com o qual pode-se fornecer uma maneira de usar a rede de telefonia celular. Desta forma, pode-se enviar um alerta via mensagem de texto à todos trabalhadores da petrolífera, caso haja detecção de vazamento de gases tóxicos, informando o local e o tipo do gás, a fim de prevenir acidentes.

Com o intuito de garantir a mobilidade da plataforma para abranger a maior área possível de uma petrolífera, a mesma poderá ser acoplada ao módulo detector, um dispositivo locomotor. Nos últimos anos, uma tecnologia tem sido amplamente difundida, os drones, o quais compreendem um veículo aéreo não tripulado. Esses veículos vêm ganhando cada vez mais espaço na indústria e no comércio, realizando desde o mapeamento e monitoramento até o transporte de cargas, sendo portanto, propício a serem utilizados no projeto (Figura 1).



**Figura 01** - Drone utilizado para monitoramento.

Além disso, a utilização destes drones é muito benéfica do ponto de vista ambiental, haja vista que as refinarias são grandes geradoras de poluição. Pois, elas consomem grandes quantidades de água e de energia, produzem grandes quantidades de despejos líquidos, liberam diversos gases nocivos para a atmosfera e produzem resíduos sólidos de difícil tratamento e disposição. Portanto, o monitoramento dos diversos processos que envolvem a extração e refino podem reduzir os riscos de falhas, como o vazamento de gás sulfídrico, um composto corrosivo e venenoso, gerador do acidente de 1981 citado a cima.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para uma melhor compreensão da confecção do projeto, o mesmo pode ser dividido em três partes: sensoriamento remoto dos gases; transmissão dos dados e programação do microcontrolador. As ferramentas de estudo do projeto consistem numa plataforma de prototipagem chamada arduino, o qual será utilizado como base para a programação, além de outros itens eletrônicos que serão descritos mais a frente, como sensores e shield GPRS.

### SENSORIAMENTO REMOTO DOS GASES

Um dos sensores utilizados no projeto foi o MQ-2, um sensor de gás semicondutor que detecta a presença de gases combustíveis e fumaça em uma concentração de 300 a 10000 ppm. Esse dispositivo dispõe de uma simples interface analógica e requer apenas um pino de entrada analógica do Arduino, sendo alimentada pelo próprio microcontrolador por uma tensão de 5 V.

O sensor MQ-2 possui uma alta sensibilidade ao GLP, gás liquefeito de petróleo, capaz de causar asfixia por “empurrar” o oxigênio do ambiente e que se encontra. Além disso, esse sensor eficaz à outras substâncias tóxicas ou inflamáveis, como butano, álcool, monóxido de carbono e metano. A tabela abaixo mostra o limite de exposição ocupacional ao GLP instituído por três órgãos: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) e Occupational Safety & Health Administration (OSHA).

**Tabela 01** - Limite de exposição ocupacional ao GLP.

COMPONENTE	TLV - TWA (ACGIH, 2001)	REL - TWA (NIOSH)	PEL - TWA (OSHA)
	(ppm)	(ppm)	(ppm)
GLP	1000	1000	1000

O outro sensor utilizado no projeto é o ME3 – H<sub>2</sub>S, capaz de detectar sulfeto de hidrogênio.

Segundo pesquisas de Beauchamp et al. (1984, apud ACGIH, 1992), os seres humanos podem perder a capacidade de sentir o odor de H<sub>2</sub>S em concentrações acima de 100 a 150 ppm (140 – 210 mg/m<sup>3</sup>), provavelmente devido a uma fadiga olfativa. Este é um caso perigoso, pois não apresentam o perigo da toxicidade aguda do sulfeto de hidrogênio no sistema nervoso e no pulmão. A intoxicação letal por sulfeto de hidrogênio ocorre em concentrações de 1000 a 2000 ppm (1390 a 2780 mg/m<sup>3</sup>), devido à paralisia do centro respiratório e conseqüentemente, a parada cardiorrespiratória, e conseqüentemente a morte.

Os outros dois sensores constituintes do projeto são: MQ-135 e MQ-7, respectivamente, sensor de amônia e sensor de monóxido de carbono, os quais foram adicionados à plataforma por serem comuns no refino do petróleo e por serem tóxicos, levando à asfixia, no caso do monóxido, e à irritação e corrosão de pele, olhos e vias aéreas, no caso da amônia. Segundo as Normas Regulamentadoras, aplica-se o disposto na NR-13 (1978) considerando-se o limite de tolerância da amônia 20 ppm e a NBR 12543 (1999), limite de 10 ppm para o monóxido de carbono.

#### *TRANSMISSÃO DE DADOS*

Visando a transmissão dos dados da plataforma, utilizamos um shield GPRS integrado ao Arduino para, dessa forma, obter uma maneira de usar a rede de telefonia com finalidade de enviar e receber dados por mensagens de celular. Nele será colocado um cartão SIM, um chip comum para telefone celular, para que, caso haja detecção de vazamento de gases tóxicos, seja enviada uma mensagem de texto aos trabalhadores da petrolífera informando o local e o tipo de gás, e, dessa forma, prevenir acidentes, tanto no que diz respeito à integridade física dos trabalhadores quanto para a integridade estrutural das instalações (Figura 02).

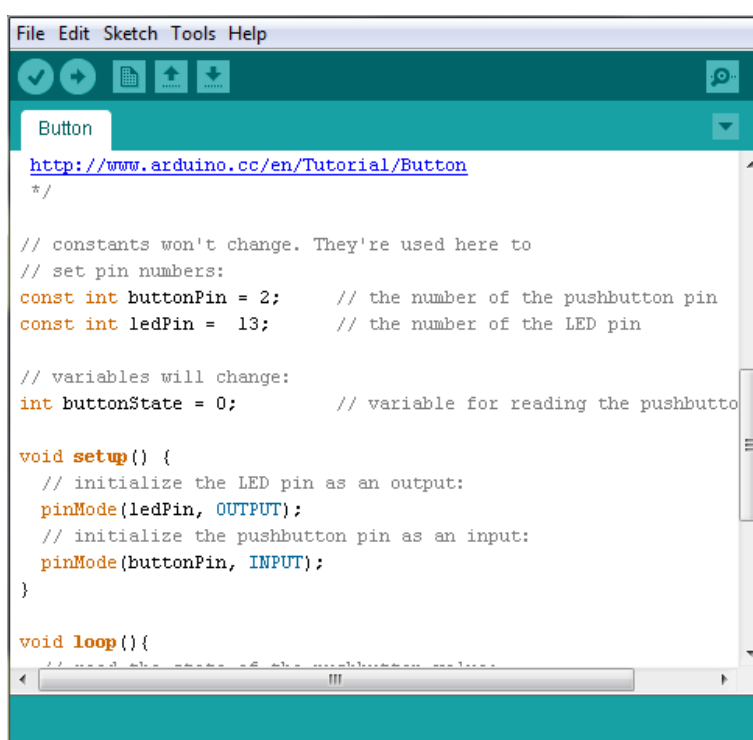


**Figura 02** - Arduino com shield GPRS.

### PROGRAMAÇÃO DO MICROCONTROLADOR

O arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador Atmel AVR de placa única, com suporte de entrada/saída embutido. Aplicamos essa plataforma como controle para o sensoriamento e detecção.

Para a implementação do código no microcontrolador Atmel presente no Arduino utilizou-se a IDE do Arduino, versão 1.0.7. Este software de edição, compilação e gravação do código de funcionamento também é baseado em software livre. Uma das grandes vantagens de utilizar este software é que praticamente todos os comandos utilizados em C e C++ podem ser adotados. A Figura 03 a seguir mostra a captura de tela de interface de programação utilizada.



```
File Edit Sketch Tools Help
Button
http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Button
*/
// constants won't change. They're used here to
// set pin numbers:
const int buttonPin = 2;    // the number of the pushbutton pin
const int ledPin = 13;     // the number of the LED pin

// variables will change:
int buttonState = 0;       // variable for reading the pushbutton state

void setup() {
  // initialize the LED pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  // initialize the pushbutton pin as an input:
  pinMode(buttonPin, INPUT);
}

void loop(){
  // read the state of the pushbutton value:
  buttonState = digitalRead(buttonPin);
  // check if the pushbutton is pressed:
  if (buttonState == HIGH) {
    // pushbutton is pressed. If the ledPin is
    // configured as an output, turn the led on:
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  } else {
    // pushbutton is not pressed. If the ledPin is
    // configured as an output, turn the led off:
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  }
}
```

Figura 03 - Interface de desenvolvimento do Arduino.

O algoritmo usado foi bastante prático, cada sensor necessita de apenas uma porta analógica do arduino, através dela se obtém a quantidade, em ppm, do gás. As fontes empregadas neste artigo mostram as quantidades a qual o gás se torna nocivo, com isso é enviada uma mensagem por meio da shield GPRS, caso a concentração seja além da permitida, para os celulares dos trabalhadores, a qual tem o número registrado para o envio da informação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O projeto nos rendeu resultados satisfatórios e, além disso, apresentou clara possibilidade de expansão no que diz respeito aos sensores relacionados à quantidade de gases tóxicos e inflamáveis. Podendo ainda, adicionar-se ao dispositivo outro leque de necessidades para monitoramento das áreas de risco, tais como câmeras e sensores de temperatura, os quais iriam realizar a supervisão, em paralelo ao vazamento de gases, do aquecimento dos tanques das indústrias petroquímicas, podendo evitar possíveis superaquecimento dos mesmos.

É perceptível, que além do fácil manuseio, o protótipo se mostrou leve e compacto, tornando-se propício para seu acoplamento no dispositivo de transporte escolhido pelo grupo, o drone. O próximo passo consiste na integração módulo detector de gases como o drone, eliminando assim, a necessidade da instalação do detector no ambiente a ser monitorado.

## **CONCLUSÃO**

Em razão de todos os aspectos apresentados, o principal objetivo do projeto que era a criação de mais um meio para garantir a segurança e a minimização dos incidentes em indústrias petrolíferas, baseando-se na utilização de sensores de gás e tecnologia de comunicação, foi atingido. Como sugestão para trabalhos futuros, com o objetivo de diminuir as chances de acidente e aumentar a área de monitoramento, sentiu-se a necessidade do desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado, pois o mesmo apresentou-se como melhor maneira de locomoção.

Sendo assim, ao realizar a continuidade do trabalho para então acoplar o módulo de detecção de gases ao drone, promoveríamos um avanço no projeto, onde ao contrário do que é hoje, o módulo não permaneceria somente em um local, e sim, realizando a ronda em toda a indústria.

As principais vantagens do sensoriamento remoto por VANTs, em relação ao aerotransportado por aeronaves tripuladas e ao orbital, pode-se citar a redução dos custos de obtenção de imagens aéreas, a possibilidade de execução de missões em condições adversas sem o risco de vida para o operador e a grande facilidade de velocidade de incorporação de novas tecnologias. (LONGHITANO, 2010)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao nosso orientador por todo apoio dado para a realização do projeto, além de toda paciência para com o grupo. A nossa família por sempre acreditar em nossos objetivos e sonhos, ao IFRN campus Parnamirim pelo ambiente e ferramentas necessárias para a confecção do projeto, e por fim, ao PFRH da Petrobrás pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. MAINIER, F. B.; SANDRES, G. C.; TAVARES S. S. M. **Corrosão por sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) e suas aplicações no meio ambiente e na segurança industrial**. 2007. Trabalho apresentado ao 8º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica. La Plata, Argentina, 2007.
2. LONGHITANO, G. A. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação de monitoramento de impactos ambientais causado por acidentes com cargas perigosas**. 2010. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
3. CETESB. **Fixa de informação toxicológica**. São Paulo. Agosto de 2010. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/glp.pdf>>. Acesso em: 24 Abril 2014.
4. FARIAS, D. O. **Avaliação quantitativa de risco de uma refinaria de petróleo**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.
5. SILVA, U. G. O. **Análise energética em refino de petróleo**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.
6. MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec Editora, 2011, 38 p.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12543: Equipamentos de segurança respiratória – terminologia**. Rio de Janeiro, 1999.