



DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMBARCADO COM ACELERÔMETRO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3994

Gustavo Lobato Campos - gustavo.lobato@ifmg.edu.br
IFMG Instituto Federal de Minas Gerais

Paulo Henrique de Melo Silva - paulohenrique.melo00@gmail.com
IFMG Instituto Federal de Minas Gerais

RAYANE APARECIDA GUIMARAES - rayane.ap@outlook.com
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

Resumo: *A tendência da Indústria 4.0 tem incentivado a automatização ou aprimoramento de processos industriais, assim como o desenvolvimento de sistemas embarcados para que efetuem tarefas específicas dentro de sistemas maiores. Dessa forma, o estudo e confecção de projetos na área de sistemas embarcados, é de fundamental importância para a disseminação de novas tecnologias e implementações tecnológicas já existentes, buscando alternativas de baixo custo e baixo consumo de energia. Os sistemas embarcados muitas das vezes em seu processo de desenvolvimento são feitos a partir de plataformas microcontroladas, uma das mais comuns, a plataforma Arduino. Tais plataformas podem ser empregadas em circuitos com sensores para a captação de valores de entrada e trabalhar uma resposta na saída de acordo com a programação interna. Dentre os inúmeros sensores presentes no mercado os sensores acelerômetros se destacam devido a sua grande capacidade de aplicação, resultando em sistemas embarcados com aplicações importantes em diversas áreas. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o sistema embarcado com acelerômetro desenvolvido ao longo de um projeto de iniciação científica. Devido à grande relevância e importância dos sensores acelerômetros, desenvolveu-se também três roteiros práticos para auxílio de outros discentes em sua utilização, por meio do método de aprendizagem ativa.*

Palavras-chave: *Sistemas embarcados. Plataforma Arduino. Acelerômetro, Aprendizagem ativa.*



DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMBARCADO COM ACELERÔMETRO

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por sistemas automatizados de baixo custo e baixo consumo de energia, devido à necessidade de otimização, melhoria na qualidade e eficiência das atividades industriais, têm motivado o desenvolvimento de estudos na área de sistemas embarcados.

Os sistemas embarcados estão presentes na maioria dos dispositivos eletrônicos e em diversas áreas das engenharias, desde as mais óbvias como engenharia elétrica, eletrônica e mecatrônica, até em áreas da saúde, tal como na engenharia biomédica. Na qual, estes sistemas estão presentes em dispositivos cujos objetivos são a melhoria da qualidade de vida ou auxiliar os profissionais no diagnóstico dos pacientes (FERNANDA, SANTANA, 2021).

Dentre os inúmeros sensores disponíveis para o desenvolvimento de sistemas embarcados, os acelerômetros, sensores de aceleração, se destacam no quesito diversidade de aplicações. Grandes empresas utilizam acelerômetros em projetos de notebooks, para proteção de dados no HD quando detectada uma queda, ou em smartphones, para detecção de movimentação (SILVA, 2021). No cenário atual da indústria 4.0, tais sensores podem ser aplicados ao monitoramento de vibrações em máquinas industriais, prevendo assim, eventuais falhas (INDÚSTRIA, s.d).

Podem também ser aplicados em áreas de segurança pública. No Brasil, as rodovias compõem a maior parte do sistema de transporte de mercadorias e passageiros, segundo o portal Globo, 75% da produção do país é transportada por malhas rodoviárias (BBC, 2018). Pela grande circulação de caminhões, as chances de acidentes são elevadas. Um dispositivo embarcado utilizando o acelerômetro, é capaz de realizar um monitoramento da agressividade na direção de caminhões, no qual o sensor tem a função de detectar a inclinação do veículo e, através do microcontrolador do dispositivo, os valores são enviados para um servidor Web (SCHLAG, 2017).

Especificamente na indústria, as máquinas necessitam de monitoramento diário e constantes manutenções. A manutenção preditiva é uma ferramenta de grande peso no meio industrial, reduzindo ou impedindo falhas em equipamentos, prolongando suas vidas úteis e evitando paradas indesejadas na produção. É possível o emprego do sensor em um sistema microcontrolado para o monitoramento em tempo real das vibrações em mancais durante a realização do trabalho de um motor elétrico. O acelerômetro afere as vibrações mecânicas nos eixos X, Y e Z e envia as informações para uma Interface Homem Máquina (ORMONDE, PINEZI, NETO, 2014).

Associada a questão técnica e inovadora, destaca-se também que no meio acadêmico, as disciplinas de exatas possuem grandes índices de reprovação, muitas vezes devido à dificuldade no entendimento dos conceitos envolvidos. O desenvolvimento de novas ferramentas de ensino é uma tentativa de auxiliar os alunos nos temas. Logo, um sistema útil para o ensino de física pode ser desenvolvido aplicando o sensor de aceleração, como no ensino de mecânica em um laboratório didático de física experimental (ROCHA, MARRANGHELLO, 2013).

Os aspectos mencionados anteriormente evidenciam a importância da realização de pesquisas relacionadas ao tópico de sistemas embarcados, particularmente no que diz respeito ao entendimento e emprego de sistemas com presença do acelerômetro. Dessa



forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar o sistema embarcado com acelerômetro desenvolvido ao longo de um projeto de iniciação científica no IFMG Campus Formiga. Dada a grande relevância do sensor acelerômetro, desenvolveu-se também três roteiros práticos para auxílio em seu uso. Os roteiros têm como objetivo proporcionar aos discentes o entendimento do uso do sensor por meio da aprendizagem ativa, orientando-os na construção de códigos de programação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aprendizagem ativa

Trabalho desenvolvido por (FERREIRA, 2016), realizado na Universidade Federal de Juiz de Fora, teve como objetivo identificar as principais causas da reprovação dos alunos do curso de Engenharia Elétrica na universidade, analisando dados entre os anos de 2007 e 2014. O estudo mostrou que entre as disciplinas ministradas pelo Departamento de Circuitos Elétricos foram as que apresentaram as maiores médias de reprovação. Tais dados evidenciam a necessidade da busca de novas metodologias por parte dos professores, de modo a aumentar a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, estimulando o pensamento, levantamento de hipóteses, interesse em pesquisa, confronto de ideias, avaliação dos resultados e aplicação dos conhecimentos obtidos na disciplina dentro e fora da sala de aula.

Para resolver e tentar auxiliar este problema, Dorneles propõe a implementação de recursos alternativos de ensino, com simulações computacionais. Retificação de conceitos abstratos, elaboração e teste de hipóteses, interação com experiências impossíveis de serem realizadas, obtenção de dados precisos de forma rápida e dinâmica, além de despertar a curiosidade e interesse dos sistemas físicos, são algumas das vantagens que a implementação deste recurso pode trazer à sala de aula e ao processo de aprendizagem (DORNELES, 2010).

Com efeito, este tipo de recurso também pode ser utilizado e validado para ensinamentos mais específicos, como para exemplificar o efeito fotoelétrico (DE OLIVEIRA CARDOSO e DICKMAN, 2012), ensino de conceitos da área de eletricidade (DÊ MACEDO et al., 2012), ensino de reações químicas (MENDES et al., 2017), e até mesmo, recursos computacionais podem ser utilizados para estimular habilidades de abstração em todas as áreas da vida (RAMOS, 2014).

Diante dos resultados satisfatórios presentes na literatura, este trabalho busca avaliar uma alternativa pedagógica, que auxilie e torne ainda mais intuitivo o ensino de conceitos vinculados ao tópico macro de sistemas embarcados, frente a complexidade das disciplinas cobrirem em sua ementa toda a tecnologia em constante desenvolvimento.

2.2 Sistema embarcado e acelerômetro

O tema sistemas embarcados é de grande peso para o desenvolvimento tecnológico atual. Tais sistemas estão presentes em equipamentos e processos no cotidiano da população, tornando-se então necessários estudos e envolvimento dos alunos dos cursos de engenharia para o mesmo. Um sistema embarcado, do inglês *Embedded System*, consiste na combinação de componentes de *hardware* e *software*, capaz de controlar periféricos a partir da execução de um programa, com a finalidade de realizar tarefas específicas, dentro de um sistema maior (PERIM, NASCIMENTO, 2017).

Dada a definição, estes sistemas devem então ser capazes de receber e processar dados, para que possam responder algo. Existe então uma parte do sistema responsável por gerenciar todo seu funcionamento, geralmente os microcontroladores, pois são capazes



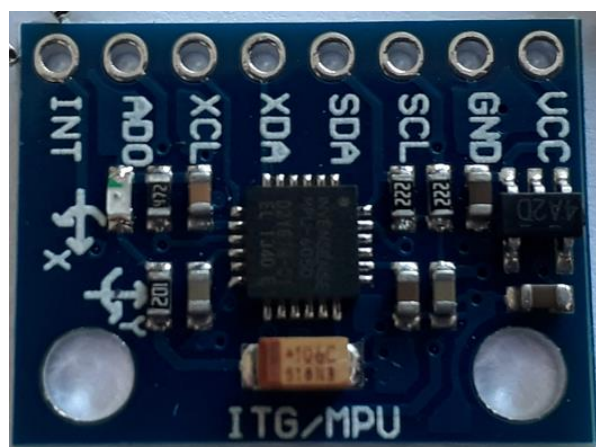
de realizar tais funções (CHASE. O, 2007). Os microcontroladores são uma evolução dos microprocessadores, a diferença está na presença de periféricos e memória interna no microcontrolador (PERIM, NASCIMENTO, 2017). Os microcontroladores surgiram da necessidade de da criação de sistemas complexos encapsulados em um único chip, capazes de controlar periféricos externos de forma autônoma (PERIM, NASCIMENTO, 2017). Tais periféricos externos têm como função manter o papel fundamental dos sistemas embarcados, controlar estados de saída a partir de sinais de entrada, por meio de sinais elétricos (PERIM, NASCIMENTO, 2017).

No ambiente de prototipagem, as plataformas microcontroladas são amplamente utilizadas para tornar o processo mais rápido, devido à grande quantidade de material disponível. Dentre as mais comuns, encontra-se a plataforma Arduino, um projeto *open source*, ou seja, de uso livre e sem direitos autorais (PERIM, NASCIMENTO, 2017). As plataformas Arduino são capazes de ler valores na entrada de sensores de luz, sensores *touch*, sensores de temperatura, gravidade, entre outros e, através da programação do microcontrolador da placa, acionar cargas ligadas em suas saídas (ARDUINO, 2018).

Dentre os inúmeros sensores existentes, os acelerômetros se destacam com sua ampla capacidade de aplicação em sistemas embarcados. Os acelerômetros são dispositivos utilizados para realizar a medição da aceleração de um sistema em que esteja inserido, apresentando como resposta um sinal elétrico proporcional à aceleração experimentada (RITTA, 2019). Podem funcionar a partir dos mais diversos princípios, como piezoelétricos piezos resistivos, capacitivos, MEMS, transferência de calor, magneto resistivo entre outros (RITTA, 2019). São utilizados para detectar e monitorar vibrações em sistemas mecânicos ou componentes estruturais em geral (RITTA, 2019). Estão presentes também em sistemas de monitoramento de posição, sistema de navegação de aeronaves e aplicado a dispositivos celulares (RITTA, 2019; LAGE, 2016). No mercado eletrônico são encontrados vários modelos de sensores acelerômetros, destacando-se o MPU6050, fabricado pela IvenSense Inc. devido ao seu baixo custo e capacidade de processamento de dados internamente.

De acordo com o *datasheet* do componente (DATASHEET MPU6050,2015), o MPU6050 reúne em um único *chip* a função de acelerômetro e giroscópio. Em cada eixo do sensor (x, y e z), existe um sensor acelerômetro e um sensor giroscópio, de forma que o MPU6050 é capaz de medir aceleração e velocidade de giro em seus três eixos. Na Figura 1 está apresentado um módulo sensor MPU6050 real.

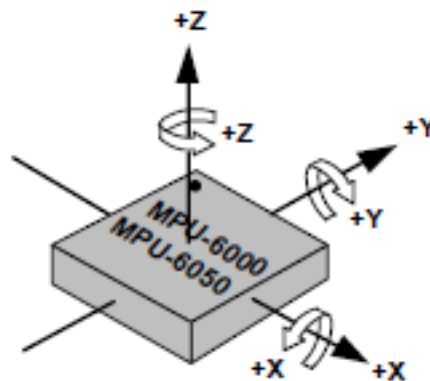
Figura 1 – Vista da parte superior do módulo do sensor MPU6050.



Fonte: Próprio autor.

Pelas marcações na parte superior do módulo do sensor, pode-se observar a orientação dos eixos x e y do sensor, assim como o sentido de giro positivo dos eixos. Na Figura 2, é apresentada a orientação do sensor de acordo com o *layout* do *chip* central.

Figura 2 – Orientação dos eixos do MPU6050.



Fonte: Datasheet MPU6050, 2015.

Dessa forma, a identificação correta da orientação do sensor pode ser obtida analisando o chip central, tomando como referência o ponto preto no canto superior esquerdo. Esta prática de identificação é bastante comum no meio eletrônico.

Além dos sensores e giroscópios, o chip possui o *Digital Motion Processor* ou DMP. Este processador de movimento digital processa os dados de aceleração e giroscópio internamente no sensor, poupando a plataforma de alguns cálculos complexos. Este recurso do MPU6050 pode ser útil em determinados sistemas embarcados, como em sistemas de monitoramento de posição.

O sensor possui precisão para diferentes velocidades de movimento, a escala para o giroscópio é de ± 250 , ± 500 , ± 1000 ou ± 2000 graus por segundo, enquanto a escala de aceleração é de $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ ou $\pm 16g$. Estes parâmetros de escala são modificados via programação.

3 SISTEMA EMBARCADO COM ACELERÔMETRO DESENVOLVIDO

Nesta seção será apresentada a parte estrutural do protótipo de plataforma, assim como o funcionamento do sistema embarcado proposto no projeto de iniciação científica que resultou neste trabalho.

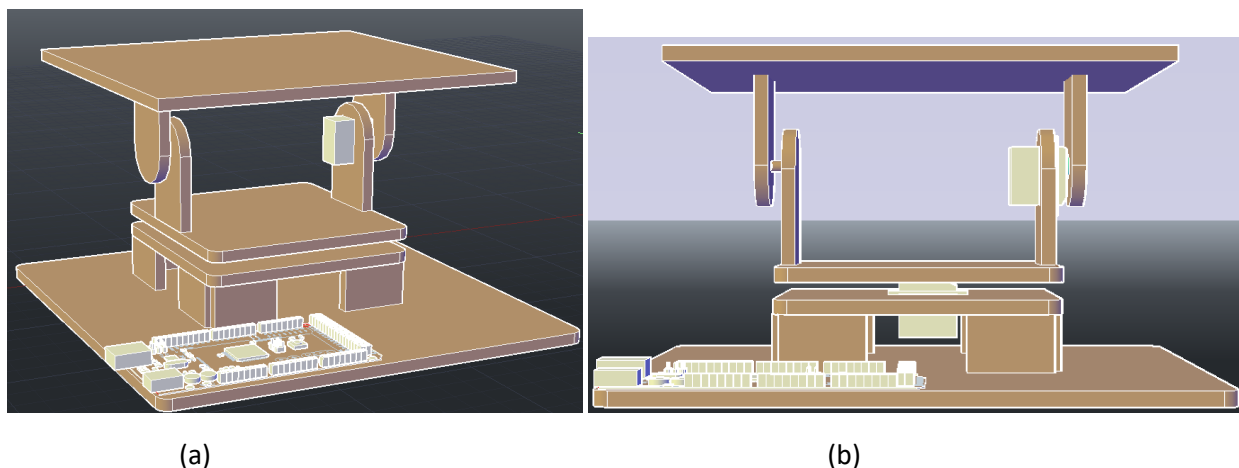
3.1 Parte estrutural

Em seu planejamento, o projeto de iniciação científica tinha como objetivo o desenvolvimento de um sistema embarcado com a utilização do sensor acelerômetro, porém, sem aplicação definida. Ao decorrer do mesmo, após estudos nos trabalhos da área, optou-se por desenvolver um sistema para o monitoramento de posição angular de uma plataforma com dois graus de liberdade, utilizando o módulo sensor acelerômetro/giroscópio MPU6050 e a plataforma microcontrolada Arduino Mega2560.



Para a simulação de uma possível situação real, em escala reduzida, foi construído um protótipo de plataforma com dois graus de liberdade, sendo a movimentação angular realizada por servo motores. Na Figura 3 está apresentada a modelagem 3D do protótipo de plataforma confeccionado. Os dois servomotores são visualizados com maior facilidade na Figura 3 b), posicionados na base e na lateral da plataforma.

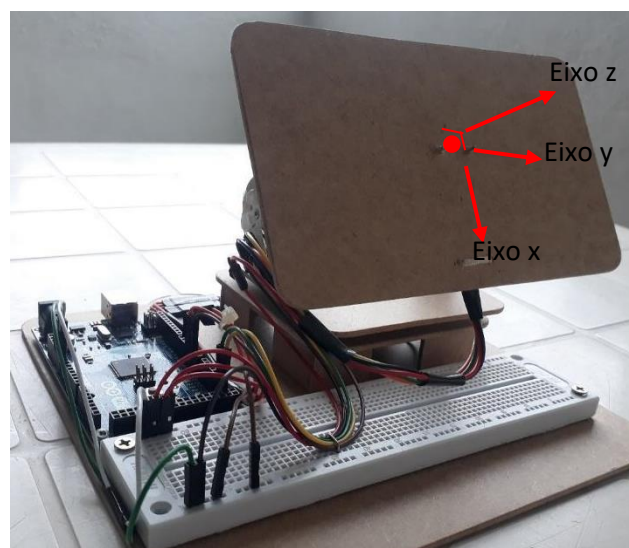
Figura 3 – Modelagem 3D do protótipo de plataforma desenvolvido.



Fonte: Próprio autor.

A montagem do protótipo foi realizada de forma que o sensor MPU6050 fosse capaz de realizar as medições de posição angular dos eixos em que estavam os servomotores. Dessa forma, os eixos x, y e z foram idealizados como apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Posicionamento dos eixos no protótipo de plataforma.



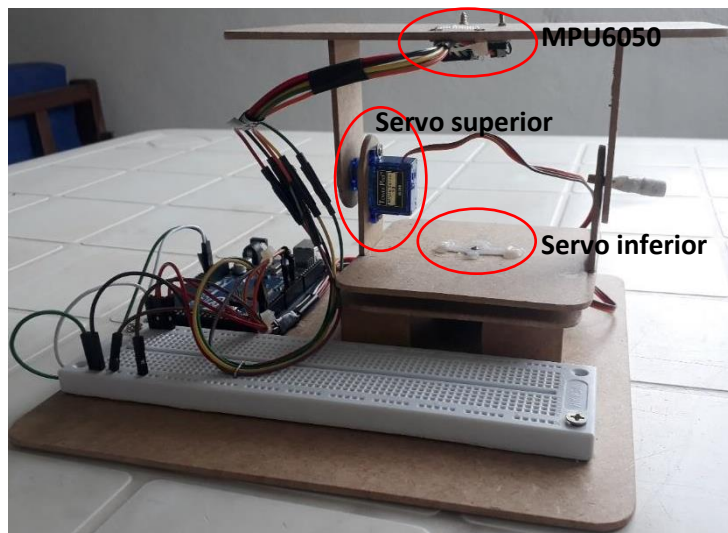
Fonte: Próprio autor.





Estabelecido o referencial da plataforma, o sensor MPU050 foi posicionado em seu centro, fazendo com que os eixos se alinhassem. Na Figura 5 é apresentada a plataforma juntamente com os demais componentes do sistema embarcado.

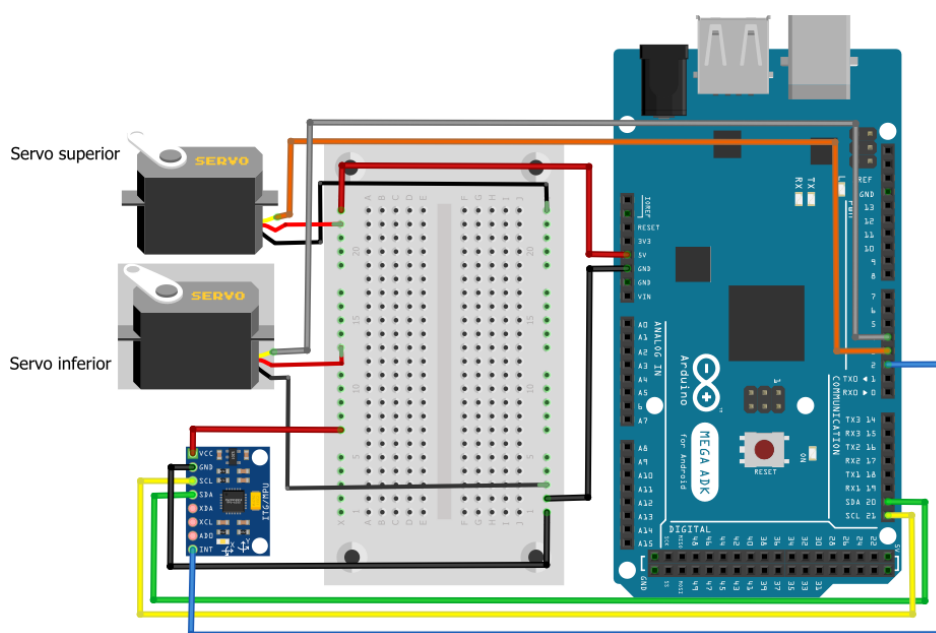
Figura 5 – Visão frontal do sistema embarcado para a plataforma.



Fonte: Próprio autor.

Referente a conexão dos elementos do sistema da plataforma, na Figura 6 está apresentado o esquema de ligação dos componentes realizado no *software* Fritzing. Na qual estão presentes a plataforma microcontrolada Arduino Mega2560, servomotores que atuam na movimentação da plataforma, assim como o módulo do sensor MPU6050. No Quadro 1 estão apresentados os pinos de ligação dos componentes do sistema proposto.

Figura 6 – Conexões do sistema embarcado.



Fonte: Próprio autor.



Quadro 1 – Conexões dos componentes.

Pino Arduino Mega2560	Pino MPU6050	Servo inferior	Servo superior
5 V	VCC	5V	5V
GND	GND	GND	GND
SDA	SDA	---	---
SCL	SCL	---	---
2	INT	---	
3	---	---	Sinal
4	---	Sinal	---

Fonte: Próprio autor.

3.2 Funcionamento do sistema embarcado proposto

A plataforma foi confeccionada para que o movimento de rotação ocorra sobre os eixos y e z, assim, o sensor MPU6050 alocado em seu centro é capaz de monitorar a rotação nestes dois eixos.

Dessa forma, para a elaboração do sistema embarcado proposto, a plataforma microcontrolada Arduino Mega2560 foi programada para receber os dados de movimentação de cada servomotor e mostrar constantemente ao usuário a posição angular da plataforma nos dois graus (eixos y e z). A interface entre o usuário e o sistema embarcado é realizada pelo Monitor serial da IDE Arduino, aplicativo disponibilizado pela própria Arduino.

Ao iniciar o sistema embarcado da plataforma, a mesma é colocada em uma condição de referência, para que as posições inseridas sejam referentes a esta posição inicial. Após a inicialização, são solicitadas as posições angulares que a plataforma deve se posicionar, podendo ser inseridos valores de -70° a $+70^\circ$ em cada servomotor.

Exemplificando, ao iniciar o sistema embarcado a plataforma se encontrará estática em determinada posição. O usuário então informa os ângulos $+45^\circ$ e -30° , fazendo com que a plataforma se movimente em $+45^\circ$ no eixo z e -30° no eixo y, a partir da posição inicial da plataforma. Após o comando de movimento a plataforma se mantém parada até o recebimento de outro comando. A posição de ambos os eixos é mostrada constantemente, via *Monitor Serial*.

Este funcionamento foi construído para que um sistema embarcado com acelerômetro possa ser aplicado em possíveis situações reais, dado que o movimento da plataforma é relacionado a sua posição de referência, não em relação aos servomotores. Assim, o sensor MPU6050 é capaz de orientar o sistema para que não seja perdida a referência da plataforma, e consequentemente o usuário tenha conhecimento da posição atual.

4 ROTEIROS PRÁTICOS

Devido a sua grande capacidade de aplicação, o estudo sobre os sensores acelerômetros são de grande importância para o desenvolvimento tecnológico. Assim, materiais que auxiliam no seu manuseio são de extrema relevância.

Dessa forma, com o objetivo de contribuir para o estudo na área, além do sistema embarcado proposto, foram também confeccionados três roteiros práticos para auxílio no uso do acelerômetro. Os roteiros foram construídos de forma a proporcionar o ensino do sensor por meio da aprendizagem ativa, instruindo os discentes na prática como é feita a manipulação do componente e suas variáveis via programação.

Os roteiros são sequenciais e apresentam a utilização básica do MPU6050, visando que ao final da leitura do material o leitor seja capaz de desenvolver projetos e sistemas mais complexos. Neste ponto destaca-se a metodologia de aprendizagem ativa, cada vez mais relevante na capacitação dos novos profissionais.

O Quadro 2 apresenta as informações referentes a cada um dos três roteiros elaborados, sendo apresentados o nome, objetivo e código desenvolvido.

Quadro 2 – Conexões dos componentes.

Roteiro	Objetivo	Código desenvolvido
Obtenção dos dados puros do sensor	Apresentar o componente, sua folha de dados, registro interno e pinagens	Leitura dos dados brutos de aceleração e giroscópio
Calibração do sensor	Apresentar a necessidade de calibração do sensor	Código exemplo para calibração do sensor
Monitoramento da posição angular de uma plataforma de dois graus de liberdade	Apresentar a utilização do sensor no sistema embarcado proposto para a plataforma	Código para o sistema embarcado proposto

Fonte: Próprio autor.

Para o último roteiro, o sensor foi abordado de forma mais complexa e aplicada em uma possível situação real, dando ao leitor uma aplicação prática.

Os roteiros foram construídos a partir de circuitos com o módulo do sensor MPU6050 e plataforma microcontrolada Arduino Mega2560, porém, ressalta-se que podem ser empregadas diversas plataformas microcontroladas diferentes, como Arduino UNO, ESP32, ESP8266, entre outras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório a grande capacidade de utilização dos sensores acelerômetros em sistemas embarcados de diferentes aplicações. Portanto, trabalhos relacionados à área possuem grande importância para o desenvolvimento tecnológico de forma geral.

Para o desenvolvimento deste trabalho, simulou-se uma situação real de aplicação do sensor acelerômetro por meio de um protótipo de plataforma com dois graus de liberdade. Assim, tornou-se possível o desenvolvimento de um sistema embarcado funcional.

Além do sistema embarcado proposto, os roteiros práticos construídos para auxílio do uso do componente, contribuem para a formação da base de conhecimentos de outros discentes por meio da aprendizagem ativa, tornando-os capazes de desenvolver aplicações mais complexas.

AGRADECIMENTOS

Em especial aos colegas do Grupo de Pesquisa GSE, Grupo de Soluções em Engenharia do IFMG Campus Formiga.

REFERÊNCIAS

BBC. **Por que o Brasil depende tanto do transporte rodoviário.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/por-que-o-brasil-depende-tanto-do-transporte-rodoviario.ghtml>. Acesso em: 15 fev. 2021.

CHASE, O. **Sistemas Embarcados.** Disponível em:

https://www.maxpezzin.com.br/aulas/6_EAC_Sistemas_Embarcados/1_SE_Introducao.pdf. Acesso em: 10 jan. 2022.

DE MACÊDO, Josué Antunes; DICKMAN, Adriana Gomes; DE ANDRADE, Isabela Silva Faleiro. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, p. 562-613, 2012.

DE OLIVEIRA CARDOSO, Stenio Octávio; DICKMAN, Adriana Gomes. **Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, p. 891-934, 2012.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral.** 2010.

FERNANDES, F. G.; SANTANA, E. M de. Aplicações de sistemas embarcados na engenharia biomédica: Um mapeamento sistemático. **Intercursos Revista Científica**, Ituiutaba. v. 20, n. 2, p. 42-58, 2021.

FERREIRA, W. **As principais causas da reprovação nos cursos de engenharia elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora.** [s.l.] Tese de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora., 2016.

INDÚSTRIA, P. **Indústria 4.0: Entenda seus conceitos e fundamentos.** Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

INVENSENSE INC, **MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4**, 2013. Disponível em: https://www.cdiweb.com/datasheets/invensense/mpu-6050_datasheet_v3%204.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

LAGE, Vinicius Nunes. **Desenvolvimento de um controlador PID para estabilização de uma plataforma com dois graus de liberdade.** 2016. Trabalho de conclusão de curso –

Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016. Disponível em:

<https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1029>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MENDES, Abinadabis; SANTANA, Genilson; JÚNIOR, Erasmo Pessoa. **O uso do software PhEt como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química.** Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 8, n. 16, p. 52-60, 2017.

O que é Arduino. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>. Acesso em: 15 fev. 2021.

ORMONDE, J. P.; PINEZI, V. R.; NETO, M. M. MONITORAMENTO DE VIBRAÇÕES EM MANCAIS COM ACELEROMETRO. **Revista Engenho**, Jundiaí, v. 6, n. 9, p. 27-62, 2014.

PERIM, Victor Gonçalves de Carvalho Feitosa; NASCIMENTO, Jefferson Nataline Rosa do. **Microcontroladores e microprocessadores.** 1. Ed, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2017.

RAMOS, Henrique de Almeida. **Pensamento Computacional na Educação Básica: uma proposta de aplicação pedagógica para alunos do quinto ano do Ensino Fundamental do Distrito Federal.** 2014.

RITTA, Ramon Egídio Lepeck Santa. **Deteção da ação dos ventos sobre estruturas de engenharia utilizando sensores acelerômetros.** 2019. Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Cartográfica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/199195>. Acesso em: 15 fev. 2021.

ROCHA F. S., MARRANGHELLO, G. F. Propriedades de um acelerômetro eletrônico e possibilidade de uso no ensino de mecânica. **Latin-American Journal of Physics Education**, Pelotas. V. 7, n. 1, p. 37-46, 2013.

SCHLAG, Fredy. **Monitoramento da agressividade na direção de caminhões através de acelerômetro e GPS.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Ciência da Computação). Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2017.

Disponível em:

http://dsc.inf.furb.br/arquivos/tccs/monografias/2017_1_fredy_monografia.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

SILVA, R. **Acelerômetros: para que servem e como funcionam?.** Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/acelerometro-notebooks/>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEM WITH ACCELEROMETER

Abstract: *The Industry 4.0 trend has encouraged the automation or improvement of industrial processes, as well as the development of embedded systems to perform specific*

tasks within larger systems. Thus, the study and design of projects in the area of embedded systems is of fundamental importance for the dissemination of new technologies and existing technological implementations, seeking alternatives of low cost and low energy consumption. Embedded systems often in their development process are made from microcontrolled platforms, one of the most common, the Arduino platform. Such platforms can be used in circuits with sensors to capture input values and work an output response according to the internal programming. Among the numerous sensors on the market, accelerometer sensors stand out due to their great application capacity, resulting in embedded systems with important applications in several areas. Therefore, the present work aims to present the embedded system with accelerometer developed during a scientific initiation project. Due to the great relevance and importance of accelerometer sensors, three practical scripts were also developed to help other students in their use, through the active learning method.

Keywords: *Embedded systems. Arduino platform. Accelerometer, Active learning.*