

## 14º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2023

### DISPOSITIVO MICROCONTROLADO PARA CÁLCULO DE ÁREAS IRREGULARES UTILIZANDO O MÉTODO DE GAUSS

GUSTAVO GUIMARÃES DE CARVALHO<sup>1</sup>, PAULO CESAR MURATA FILHO<sup>2</sup>, PAULO SERGIO  
NEVES REGATIERI<sup>3</sup>, EDSON ANÍCIO DUARTE<sup>4</sup>, JOÃO ALEXANDRE BORTOLOTI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Técnico em Eletrônica, IFSP, Câmpus Campinas, ghust367@gmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Técnico em Eletrônica, IFSP, Câmpus Campinas, PauloMurata93@gmail.com

<sup>3</sup>Graduando em Técnico em Eletrônica, IFSP, Câmpus Campinas, paulo.regatieri0611@gmail.com

<sup>4</sup>Professor doutor, IFSP, Câmpus Campinas, edson.a.duarte@uol.com.br 2

<sup>5</sup> Professor doutor, IFSP, Câmpus Campinas, jabortoloti@ifsp.edu.br<sup>3</sup>

**RESUMO:** O projeto tem como objetivo desenvolver um equipamento portátil microcontrolado que utiliza o método de Gauss para calcular áreas irregulares, sendo seu principal intuito o auxílio em obras e projetos de construção civil com suporte para outras áreas adjacentes a essa. Os profissionais dominantes que executam essas tarefas são pedreiros, e muitas vezes, possuem defasagem escolar, falta de informação e preparo, o que pode acarretar em dificuldades para realizar o dimensionamento de áreas irregulares, sobretudo quando há relevo. A principal motivação foi a falta de conhecimento adequado dos profissionais da área para extrair as medidas de áreas irregulares utilizando equipamentos específicos ou não. O dispositivo microcontrolado faz os cálculos automaticamente, retornando os valores para o usuário. Poderá ser utilizado em ambientes abertos ou fechados e sem obstáculos no local da medição (como móveis e eletrodomésticos), possuindo um limite de 162,85 m<sup>2</sup> da área a ser calculada. Por ser microcontrolado, o dispositivo contará com uma programação interna elaborada pelos próprios autores em conjunto com os orientadores, o que facilitará o suporte futuro do equipamento para futuros implementos e modificações do projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** áreas irregulares; gauss; dispositivo microcontrolado.

### MICROCONTROLLED DEVICE FOR CALCULATION OF IRREGULAR AREAS USING THE GAUSS METHOD

**ABSTRACT:** The project aims to develop a portable microcontrolled equipment that uses the Gauss method to calculate irregular areas, its main purpose being to help in civil works and projects with support for other areas adjacent to it. The calculation of irregular areas is knowledge that proves inaccessible to most workers in the field of civil construction and works in general. The dominant professionals who perform these tasks are bricklayers, and often lack schooling, lack of information and preparation, which can lead to difficulties in performing the dimensioning of irregular areas, especially when there is relief. Our work has a social initiative that helps these workers to acquire data accurately and quickly in the scope of their workspace. The main motivation was the lack of adequate knowledge of professionals in the area to extract measurements from irregular areas using specific equipment or not. This can hamper the performance of the construction and the professional, with the risk of wasting material and error in the dimensions and proportions of the land to be calculated. The micro-controlled device does the calculations automatically, returning the values to the user. It can be

used in open or closed environments and without obstacles at the measurement site (such as furniture and appliances), having a limit of 162.85 m<sup>2</sup> of the area to be calculated. As it is micro-controlled, the device will have an internal programming elaborated by the authors themselves together with the supervisors, which will facilitate the future support of the equipment for future implements and project modifications.

**KEYWORDS:** irregular areas; gauss; microcontrolled device

**INTRODUÇÃO:** O cálculo de áreas irregulares com certa precisão exige um conhecimento específico e que demanda um tempo extra para a coleta de dados, o que é um problema para diversos profissionais da área civil como os pedreiros, e os equipamentos existentes possuem custo alto. (FISCHER, 2012).

O método de Gauss utilizado para calcular áreas de polígonos baseia-se em utilizar as coordenadas dos vértices do polígono almejado em uma matriz com os valores de X e Y. De maneira resumida, em sequência, deve-se realizar uma multiplicação em diagonais das coordenadas X de cada vértice com as coordenadas Y, somar os valores, e realizar o mesmo procedimento mas desta vez multiplicando as coordenadas Y de cada vértice em diagonal com as coordenadas X. Por fim, os dois valores obtidos pela soma das multiplicações devem ser subtraídos, e o resultado da subtração deverá ser dividido por dois; o resultado da divisão será a área do polígono. (BARCELLOS, 2016)

O nosso projeto serviu de inspiração após um dos integrantes conversar com seu avô, que é pedreiro. O senhor semianalfabeto, cursou apenas até a 4ª série do fundamental, e conseqüentemente, relatou que possui dificuldades para calcular áreas irregulares, portanto, muitas vezes os cálculos são inacessíveis, complicados e com uma grande taxa de erro em seu resultado, o que implica em falta ou excesso de materiais de construção utilizados.

Com todo o contexto apresentado, decidimos desenvolver este equipamento portátil para calcular áreas irregulares utilizando o método de Gauss, como uma iniciativa social, para auxiliar os profissionais da área, sobretudo os pedreiros, e qualquer outra pessoa que necessite, diminuindo tempo, agilizando a coleta de dados, aumentando a precisão das medidas coletadas e reduzindo o desperdício de materiais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Em primeira instância, após analisar e selecionar a hipótese a ser estudada, o grupo estudou e definiu os principais e essenciais componentes e materiais para o desenvolvimento do dispositivo. Tendo em vista que o projeto se pauta em um dispositivo microcontrolado, o primeiro passo foi definir o microcontrolador a ser utilizado, no caso o Arduino. Em seguida, analisamos as diversas possibilidades de sensores ultrassônicos para integrar o dispositivo, porém o que mais se adequou às nossas necessidades foi o sensor ultrassônico de modelo GY-US42v2 devido ao seu alcance máximo e baixo valor comercial. Para tornar o protótipo completo, só restava integrar uma interface de usuário, o qual optamos pelo display de LCD I2C, e o motor de passo para rotacionar o sensor que, dentre todos os modelos, o 28BYJ-48 que opera com o driver ULN2003 foi o que mais se adequa a nossa proposta.

Para organizar o projeto e validar as hipóteses levantadas, utilizamos os modelos Canvas, Canvas Business e Matriz SWOT para descrever as etapas, visualizar parâmetros futuros empreendedores para o projeto e descrever os pontos positivos e negativos (internos e externos).

Em seguida, depois de validar a hipótese e desenvolver o escopo do projeto, organizamos as funções de todos os integrantes do grupo utilizando um organograma. Em sequência, começamos a desenvolver o diagrama de blocos para organizar e esquematizar os componentes, para auxiliar e direcionar o desenvolvimento do esquema elétrico do projeto. Com o objetivo de integrar os componentes, foi desenvolvido o esquema elétrico e o circuito impresso do projeto no software de simulação Proteus.

Após a simulação do circuito ter êxito, montamos o circuito elétrico na bancada com uma fonte de tensão de 5 V e produzimos o encapsulamento do mesmo utilizando o site Maker Case e uma cortadora laser baseada nas dimensões medidas do circuito elétrico finalizado.

Para criar a lógica inserida na programação, utilizou-se o método de Gauss para calcular áreas irregulares que possui a fórmula:

$$S = 0,5 \times \left( \sum_{i=1}^n N_i \times E_{i+1} - \sum_{i=1}^n E_i \times N_{i+1} \right) \quad (1)$$

em que,

S - área calculada;

N - coordenadas X;

E - coordenadas Y.

Para determinar a área do polígono irregular, primeiro deve-se obter as coordenadas X e Y de todos os vértices do polígono. Em seguida, as coordenadas X e Y de cada vértice devem ser organizadas em uma tabela (matriz) em sentido anti-horário. Ao organizar todas as coordenadas na matriz, multiplique a coordenada X de cada vértice pela coordenada Y de cada vértice em diagonal e some os resultados de todas as multiplicações, e depois multiplique a coordenada Y de cada vértice pela coordenada X de cada vértice em diagonal e some os resultados de todas as multiplicações.

Por fim, subtraia a soma das multiplicações de X por Y pela soma das multiplicações de Y por X. O resultado desta subtração deverá ser dividido por 2, e o resultado da divisão será a área do polígono irregular. (BARCELLOS, 2016)

Utilizando o princípio do método de Gauss, o nosso dispositivo utiliza um sensor ultrassônico que irá girar em sentido anti-horário de 5° em 5° graus. Na primeira medida do sensor, a distância entre o dispositivo e a superfície da parede será a coordenada X1, enquanto o Y1 será 0; como descrito, após a primeira medida, o sensor moverá 5° anti-horário e medirá a hipotenusa (distância entre o sensor e a parede) do triângulo que se formará, enquanto X2 e Y2 serão determinados utilizando a trigonometria de um triângulo retângulo (X2 é o cateto adjacente e Y2 é o cateto oposto) usando o ângulo de 5°.

Esta etapa se repetirá 72 vezes (e a cada nova medição é adicionado 5° no ângulo) para o sensor dar um giro de 360°, coletando as coordenadas X e Y a cada 5° e organizando todos os dados na matriz. Vale ressaltar que após o sensor ultrassônico girar 360° no sentido anti-horário, as primeiras coordenadas (X1 e Y1) serão colocadas novamente na matriz, só que desta vez por último, e girará 360° no sentido horário para retornar o sensor à sua posição original com o propósito de desenrolar os fios do microcontrolador conectado no sensor.

Na programação do dispositivo, todo este método de Gauss será inserido através de uma estrutura lógica formulada para determinar as coordenadas Y através da trigonometria de triângulos retângulos. Inicialmente o grupo realizou pesquisas sobre as possibilidades de integração dos componentes eletrônicos do projeto com o microcontrolador, analisando bibliotecas, códigos, exemplos e tutoriais sobre os mesmos, os quais foram estudados antes da aplicação e atribuição de qualquer código próprio. Passada a etapa de estudo, foram feitos experimentos testando a programação individual de cada componente e sua comunicação com o dispositivo controlador através de seus respectivos programas realizados na IDE do Arduíno, o que levou a montagem e uma série de baterias de testes do código integrando as diversas funções ao microcontrolador e atribuindo seus respectivos propósitos. Com a etapa de teste de hardware testada, o grupo focou-se em desenvolver a funcionalidade de cálculo do programa, atribuindo argumentos lógicos na IDE de forma que o protótipo final entendesse, interpretasse e retornasse o valor convertido ao usuário, o que no final iria ser a funcionalidade inicial e principal do programa e do dispositivo.

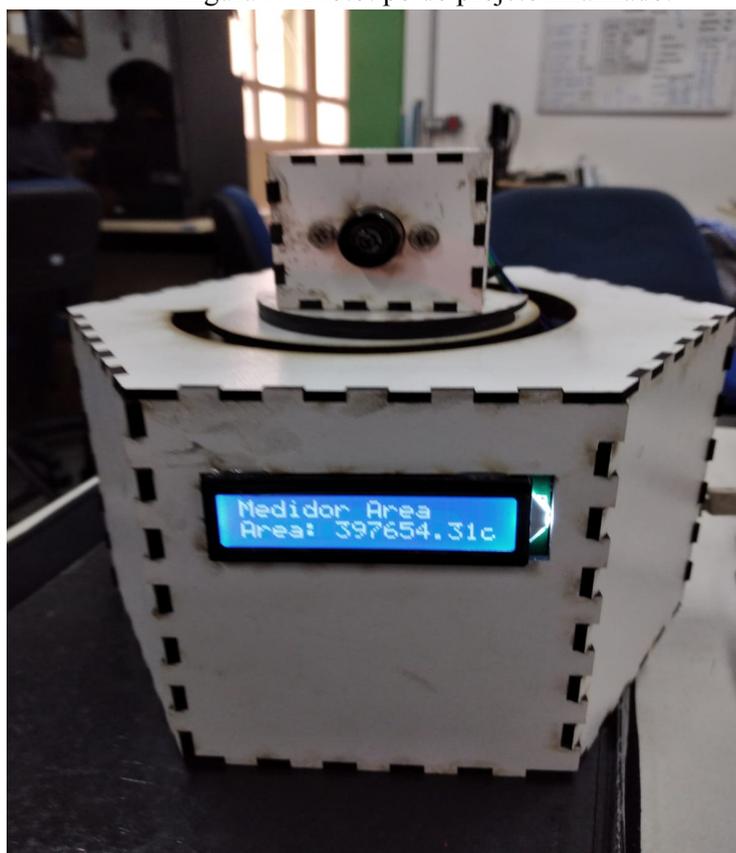
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Com o protótipo finalizado, realizou-se testes de bancada; utilizamos uma circunferência para realizar a medida de sua área. As áreas possuíam raio acima de 20 cm e menos que 720 cm, variando-as em 10 testes. Calculou-se as áreas na calculadora, primeiramente, e em seguida, comparou os valores dela com os resultados obtidos no protótipo, na qual houve, em média, 2,2% de taxa de erro e o tempo médio para obter a área final foi de 2 minutos e 42 segundos. O resumo destes dados pode ser visto na tabela 1

Tabela 1 - Tabela de testes em áreas regulares.

Teste	Distância	Valor Ideal(Calculadora)	Valor Real(Sensor/Software)	Taxa de erro	Tempo de medição
1	31 cm	3019,07054 cm <sup>2</sup>	3089,56 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 50 segundos
2	39 cm	4778,362426 cm <sup>2</sup>	4679,13 cm <sup>2</sup>	*3%	2 minutos e 41 segundos
3	42 cm	5541,769441 cm <sup>2</sup>	5671,16 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
4	24 cm	1809,557368 cm <sup>2</sup>	1843,46 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
5	20 cm	1256,637061 cm <sup>2</sup>	1285,98 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
6	70 cm	15396,804 cm <sup>2</sup>	15753,21 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
7	88 cm	24328,49351 cm <sup>2</sup>	24523,57 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
8	55 cm	9503,317 cm <sup>2</sup>	9720,42 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 41 segundos
9	40 cm	5026,54824 cm <sup>2</sup>	5143,91 cm <sup>2</sup>	*2%	2 minutos e 42 segundos
10	57 cm	10207,03453 cm <sup>2</sup>	10534,49 cm <sup>2</sup>	*3%	2 minutos e 41 segundos
Média				*2,2%	2 minutos e 42 segundos

FONTE: Elaborado pelos autores (2021)

Figura 1 - Protótipo do projeto finalizado.



FONTE: Elaborado pelos autores (2021)

**CONCLUSÕES:** Os materiais e métodos utilizados no projeto foram suficientes para desenvolver o protótipo inicial com êxito. A implementação de uma lógica representando o método de Gauss e a trigonometria de triângulos retângulos na programação também foi executada com êxito.

Com o protótipo finalizado, os testes realizados identificaram que o dispositivo calcula uma área regular com muita precisão (apenas 2% de taxa de erro) comparando-o aos resultados obtidos com um cálculo convencional para determinar áreas regulares. O período de tempo em que o protótipo realiza o cálculo completo da área é de 2 minutos e 41 segundos, portanto atingiu os objetivos de realizar uma medição rápida e com muita precisão.

Como o projeto está parcialmente concluído, ainda serão realizados testes em campo para validar o seu funcionamento em áreas irregulares de construções civis.

**AGRADECIMENTOS:** Nossos mais sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, em especial:

Aos professores e orientadores deste projeto, Edson Anício Duarte e João Alexandre Bortoloti, pela competência e dedicação dispensada ao nos orientar no decorrer do curso e também deste trabalho, além da oportunidade de crescimento proporcionada a nós; nossos sinceros agradecimentos.

Aos nossos familiares que são pilares e referências nas nossas vidas e que sempre nos apoiaram e nos inspiram a sempre expandir nossos horizontes e ir além do conhecido a fim de desafiar nossas capacidades e romper nossos limites.

Aos nossos amigos, que nos apoiaram e nos ajudaram nos nossos momentos difíceis e nos apoiaram não só em relação ao projeto como também na vida.

E por fim gostaríamos de agradecer a Deus, que durante toda nossa vida tem acompanhado e ajudado nos momentos mais difíceis que passamos no nosso tempo de vida e nos iluminando e abençoando em cada passo e etapa que atingimos.

## **REFERÊNCIAS**

BARCELLOS, Rodrigo Lemos. **ÁREA DE POLÍGONOS IRREGULARES (MÉTODO DE GAUSS) MÉTODO DO CÁLCULO DE ÁREAS DO AUTOCAD**. LinkedIn, 2016. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/%C3%A1rea-de-pol%C3%ADgonos-irregulares-m%C3%A9todo-gauss-do-c%C3%A1lculo-rodrigo/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 18 ago. 2021.