

# Campo Elétrico Bidimensional em Um Sistema Embarcado

Cássio Oliveira, Isabela Almeida, Kaike Reis,  
Maria Paula de Carvalho, Lucas Mascarenhas.

Universidade Federal da Bahia

**Resumo** — Os objetivos deste trabalho são, a partir das equações de Poisson e Laplace, observar o comportamento do modelo de um campo elétrico bidimensional, utilizando Método de Diferenças Finitas na solução do sistema de EDPs resultante; Assim como utilizar o sistema embarcado Arduino UNO, a fim de otimizar o algoritmo de resolução, uma vez que o microprocessador da placa possui limitações de memória.

**Palavras-Chave** — campo elétrico, arduino UNO, equação diferencial parcial, diferenças finitas.

## I. Introdução

As equações de Laplace e Poisson são usadas em diversos problemas de campo para descrever, por exemplo, o potencial magnético em magnetostática, a temperatura em situações de condução de calor ou a função de estresse no escoamento de um fluido. Tal fato dá margem para que estas equações sejam úteis, também, para a resolução de problemas de campos elétricos, em que  $V$  é interpretado como o potencial eletrostático.

Assim, neste trabalho, o procedimento comum para a determinação do campo elétrico utilizando a Lei de Coulomb ou de Gauss quando a carga é conhecida dá lugar para uma abordagem que leva em consideração a Lei de Fourier simplificada e as equações de Laplace e Poisson na caracterização do campo elétrico.

## II. DESENVOLVIMENTO E METODOLOGIA

A Lei de Fourier é comumente utilizada para caracterizar distribuições de temperaturas. Dessa

forma, é possível utilizar relações análogas à esta na modelagem de problemas de campo, como por exemplo, para modelar campos elétricos.

Partindo de hipóteses simplificadoras, é possível representar a Lei de Fourier na forma unidimensional por:

$$D = -\epsilon \frac{dV}{dx}$$

Sendo  $D$  o vetor densidade de fluxo eletrostático,  $\epsilon$  a permissividade do meio, que descreve como um campo elétrico influencia e é influenciado pelo meio e  $V$  o potencial eletrostático.

Da mesma maneira, a representação em duas dimensões da equação de Poisson para meios homogêneos é dada por:

$$\frac{d^2 V}{dx^2} + \frac{d^2 V}{dy^2} = -\frac{\rho_v}{\epsilon}$$

No caso especial, que ocorre quando  $v = 0$ , ou seja, não há cargas livres na região em questão, tem-se a equação de Laplace:

$$\frac{d^2 V}{dx^2} + \frac{d^2 V}{dy^2} = 0$$

Sob esta ótica, busca-se observar o comportamento do potencial elétrico  $V$  e do campo elétrico  $E(x,y)$  de dois dipolos idênticos com carga igual a  $2nC$  em um plano bidimensional, nas posições  $x=10$  e  $x=-10$ , respectivamente. As condições de contorno para a equação de Poisson são os potenciais eletrostáticos  $100V$  and  $-100 V$  alternados entre as quatro bordas.

As equações apresentadas representam Equações Diferenciais Parciais do tipo elípticas que são usadas tipicamente para caracterizar problemas de contorno estacionários. Para a resolução das mesmas neste trabalho empregou-se o Método de Diferenças Finitas por ser amplamente utilizado nas resoluções de EDPs, além de oferecer resultados satisfatórios em se tratando de percentagem de erro.

O algoritmo de resolução dá ao usuário a opção de variar as condições de contorno, a permissividade, a quantidade de pontos em  $x$  ( $N_x$ ) e a quantidade de pontos em  $y$  ( $N_y$ ).

## III. RESULTADOS

Após a aplicação do método das diferenças finitas para encontrar os valores dos campos potenciais,

foram plotados gráficos com a finalidade de analisar o comportamento das linhas de campo, assim como da distribuição do potencial elétrico.

É importante ressaltar que os gráficos a seguir foram gerados no software MATLAB, e não no Arduino UNO, a fim de facilitar a ilustração dos resultados.

Na figura 01 é possível notar a direção das linhas de campo elétrico distribuídas ao longo dos eixos X e Y. Através desse comportamento, pode-se perceber os locais onde o campo é mais intenso, além de determinar a direção e sentido do mesmo em um ponto específico do plano. Também é possível observar que as linhas do campo elétrico fluem da carga positiva (100V) para a carga negativa (-100V), como esperado.

Figura 01

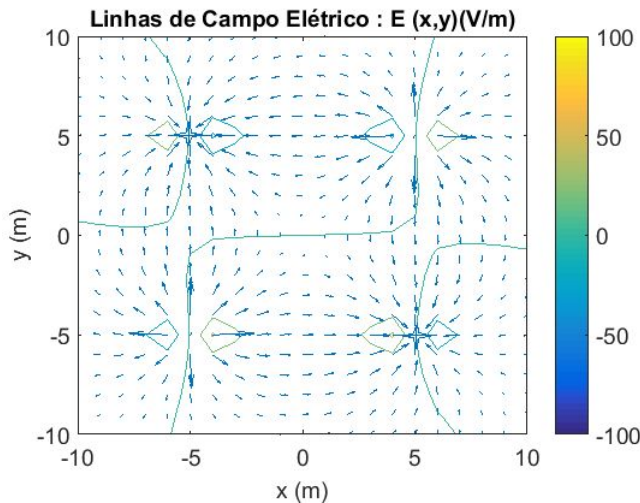


Figura 02

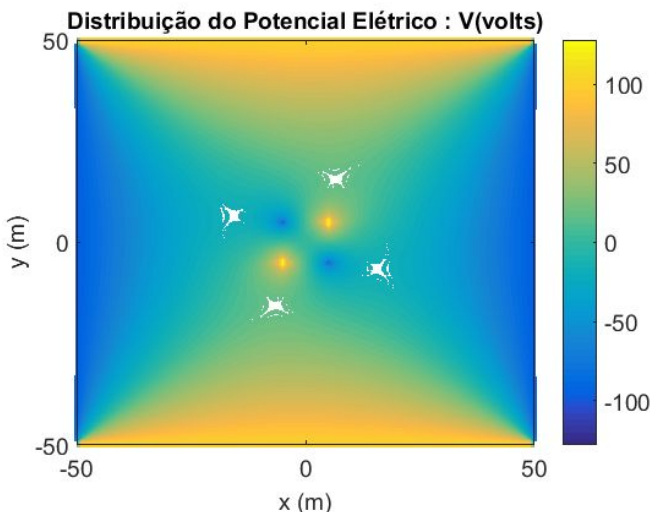
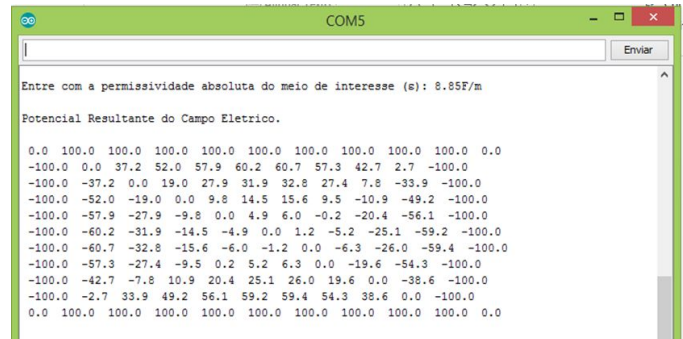


Figura 03



#### IV. CONCLUSÃO

A partir da utilização do método de diferenças finitas para a resolução do problema de campos potenciais, pôde-se encontrar uma solução satisfatória para questão proposta. Isso pode ser afirmado devido ao comportamento do potencial elétrico em um plano bidimensional, obtido através da plotagem dos gráficos no software Matlab, que representou adequadamente o fenômeno físico.

A interface criada no arduino UNO de interação com o usuário permitiu que fosse analisada a distribuição do potencial elétrico ao longo do plano, ao analisar os resultados gerados com diferentes parâmetros. Dessa maneira, ao aumentar o número de iterações e pontos a serem analisados, obteve-se resultados mais precisos.

#### I. REFERÊNCIAS

- [1] Computing Electric field of a double dipole by solving Poissons Equation, Disponível em: <https://goo.gl/bFMaHX>. Acesso: 29 de jan. 2018.
- [2] Sadiku, “Elements of Electromagnetics”, 4th Edition, Oxford, 2017.
- [3] Steven C. Chapra e Raymond P. Canale, “Métodos Numéricos para Engenharia”, 1987.