

LANÇADOR DE PROJETEIS ELETRÔNICO¹

**BRUNO LUIZ CORREIA DE ARAUJO^{2*}, WANDERSON GONÇALVES
WANZELLER³**

1 Introdução

A Física é uma ciência com forte tendencia experimental, sendo assim, em seu ensino, as práticas laboratoriais são muito necessárias para o bom entendimento dos conceitos teóricos. Isso se faz com bons equipamentos. Mas, há ocasiões em que os dados experimentais ficam comprometido pela qualidade dos materiais. Um bom exemplo dessa problemática é o equipamento para lançamento de um projétil que consistem um sistema de gatilho mecânico que segura uma mola dentro de um tubo que pode ser inclinado para um disparo oblíquo. Quando o disparo é feito o sistema como um todo desalinha, pois o canhão é preso por parafusos e porcas tipo borboletas e é extremamente difícil realizar um segundo disparo com as mesmas condições.

Tendo esse problema em mente, desenvolvemos um lançador de projétil eletrônico (LPE). composto por um banco do capacitares, um solenoide e um sistema de gatilho (chave elétrica tipo campainha). Nossos testes mostraram o não desalinhamento do sistema devido o disparo, o que garantiu a repetição dos parâmetros, diminuindo assim, o erro estatístico.

2 Objetivos

Desenvolver um LPE que seja capaz de repetir as condições iniciais, praticamente sem atrito e sem desnivelamentos causados pelos disparos.

3 Metodologia

O estudo da Física pode ser dividido em diversas áreas, tal como: mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, entre outros. Cada área contém subáreas. Aqui vamos nos concentrar na cinemática (subárea da mecânica), em especial a os movimentos retilíneos e

¹ Título do sub projeto no sistema Prisma: Aplicação da plataforma Arduino num estudo de Mecânica.

² Graduando, Interdisciplinar em Ed. do campo – ciências da natureza, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, contato: brunoluiزارaujo17@gmail.com

³ Doutor em Física, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, contato: wanderson@uffs.edu.br.

uniforme (MRU) e variado (MRUV) e no eletromagnetismo. Vamos discutir, por questão de espaço, muito brevemente os conceitos envolvidos e considerar que o leitor tenha um conhecimento prévio sobre o assunto.

3.1 Balística

No estudo da balística temos a combinação de um MRU (na horizontal) e um MRUV (na vertical). Um projétil pode ser lançado de uma plataforma ou do nível do solo. Se desejamos conhecer o módulo da sua velocidade inicial de disparo v_0 usamos a expressão (Wanzeller, 2026)

$$v_0 = \sqrt{\frac{gx^2}{2\cos^2(\theta)[y_0 + x\tan(\theta)]}} \quad (1)$$

onde θ é o ângulo de inclinação, y_0 a altura inicial, g a aceleração da gravidade e x o alcance total horizontal. Para mais detalhes vejam a figura 1.

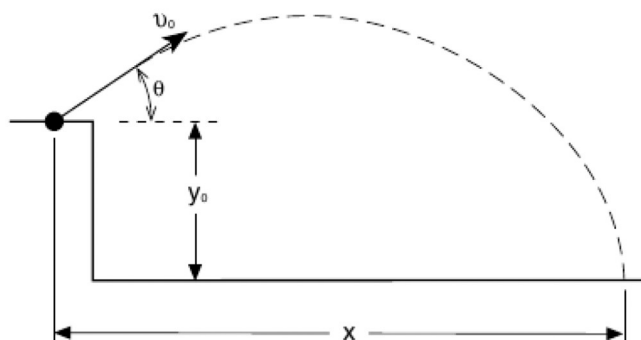


Figure 1: Exemplo de um lançamento de projétil, extraída de Wanzeller 2026.

3.2 Capacitores

Capacitores são componentes eletrônicos amplamente usados em rádios, TVs, computadores, entre outros equipamentos. Em geral é composto por um par de corpos condutores separados entre si e, quando aplicamos uma diferença de potencial elétrico (voltagem) neles, cargas elétricas são depositadas nos corpos, ou seja, quanto maior a voltagem (V) maior será o número de cargas (q) armazenadas

$$q = CV. \quad (2)$$

A constante de proporcionalidade C é chamada de capacitância e pode ser medida em *faradays* (*faraday = coulomb/volt*). Sua função nesse estudo ficará clara adiante.

3.3 Solenoides

O fluxo de cargas elétricas por um condutor (corrente elétrica) dá origem a um campo magnético ($\vec{B}$) circular e concêntrico ao redor do próprio fio. A intensidade desse campo é dada pela lei de Biot-Savart

$$B = \mu_0 i / (2 \pi r) \quad (3)$$

onde i é a corrente que percorre o fio condutor, μ_0 é a permeabilidade magnética do vácuo e r a distância radial entre o fio e o ponto onde $\vec{B}$ é medido. Um solenoide é criado quando enrolamos um fio condutor em torno de um cilindro oco. Quanto mais voltas (espiras) usarmos maior será o $\vec{B}$. Assim a eq. (3) se torna

$$B = \mu_0 N i / L \quad (4)$$

onde L é o comprimento do solenoide e N o número de espiras. Esse campo tem a característica de ser perpendicular às espiras e uniforme (CHAVES, 2007).

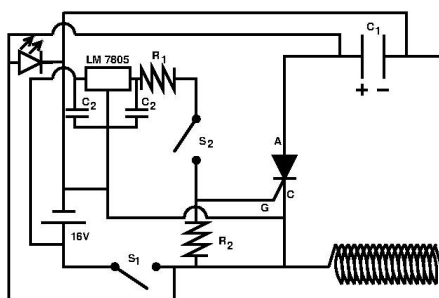


Figura 2: Circuito elétrico usado no dispositivo.
Fonte: acervo do autor.

3.4 Dispositivo

Nosso LPE consiste em um banco de capacitores ligados a um solenoide. O solenoide serve como canhão, que impulsiona uma esfera. Na figura 2 temos o esquema do sistema elétrico usado e na figura 3 o dispositivo em si. Note que, não há molas e nem gatilho mecânico. O procedimento de disparo é:

- 1) Previamente, no tubo interno ao solenoide foi depositado um pino e uma esfera metálicas. Uma ponta do pino está no início do solenoide e a esfera em contato com ela. A outra ponta do pino é chata, isso não permite que ele transpasse todo o solenoide (veja figura 3).
- 2) Ligamos uma chave tipo gangorra e o banco de capacitares começa a carregar, um LED vermelho indica quando o sistema está totalmente carregado (ele desliga). Isso significa que foram armazenadas cargas elétricas nos capacitores.
- 3) A chave gangorra é desligada e o gatilho (chave tipo campainha acoplada a um Retificador

Controlado de Silício - SCR) é acionado. Temos então uma corrente elétrica (oriunda das cargas armazenadas nos capacitores) fluindo pelas espiras gerando um campo $\vec{B}$, impulsionando o pino. Quando o pino se desloca, ele leva a esfera consigo. O pino trava e a esfera continua o movimento saindo do tubo com uma velocidade (v_0) significativa.

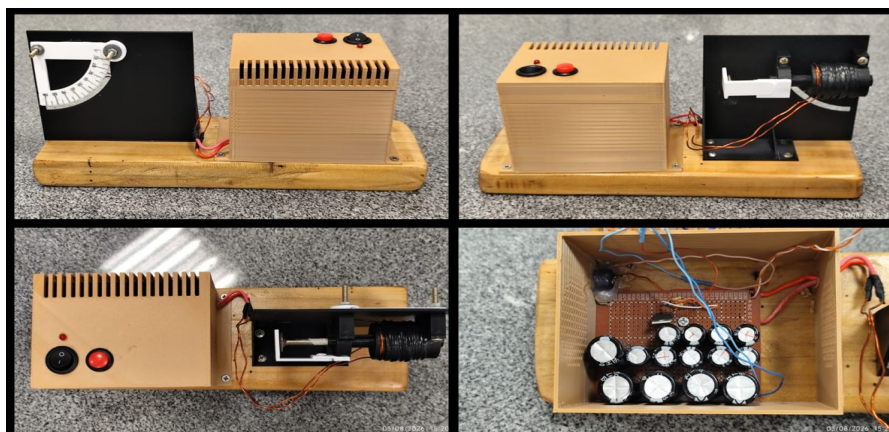


Figura 3: Fotos do dispositivo. Fonte: acervo do autor.

4 Resultados e Discussão

Na tabela 1 temos a medida de 3 eventos (cada um com ângulos diferentes). O dispositivo foi colocado sobre uma mesa e a altura da saída do tudo até o solo (y_0) foi medida com um fio de prumo. Note que, esse valor naturalmente modifica-se sensivelmente de acordo com a inclinação. Para cada ângulo foram feitos 10 disparos e os pontos de impacto da esfera com o solo marcados com papel carbono. Então, medimos as 10 distâncias x e calculamos uma média aritmética simples. Esse valor médio foi colocado na eq. (1) e estimamos as velocidades iniciais. Os valores calculados estão na última linha da tabela 1. Note que os dados passaram por uma análise estatística e o erro (desvio padrão) na medida de x foi propagado para v_0 , por questão de espaço não mostraremos como foi feito, fica como sugestão a obra de Helene e Vanin (1991). Note que, $v_0 = 3,87(4) \text{ m/s}$ significa que o valor está dentro do intervalo de 3,83 - 3,91 m/s e $v_0 = 3,98(7) \text{ m/s}$ está dentro do intervalo de 3,91 - 3,96 m/s.

Tabela 1: Dados coletados do ponto de impacto (x) do experimento com 3 ângulos diferentes.

disparo	$\theta = 0^\circ, y_0 = 1,052 \text{ m}$	$\theta = 30^\circ, y_0 = 1,060 \text{ m}$	$\theta = 45^\circ, y_0 = 1,062 \text{ m}$
1	1,898	2,373	2,243
2	1,753	2,365	2,347

3	1,747	2,350	2,455
4	1,745	2,360	2,380
5	1,738	2,331	2,343
6	1,765	2,355	2,332
7	1,760	2,378	2,354
8	1,759	2,396	2,374
9	1,812	2,370	2,365
10	1,895	2,308	2,368
Valor médio	1,78(6)	2,35(2)	2,35(5)
	$v_0 = 3,8(1) m/s$	$v_0 = 3,87(4) m/s$	$v_0 = 3,98(7) m/s$

5 Conclusão

Os dados mostram que o LPE desenvolvido cumpriu bem o seu propósito. As velocidades iniciais não podem se modificarem (dentro do erro estatístico) devido a angulação pois são determinadas pela corrente que passa no solenoide. Isso fica claro analisando a última linha da tabela 1. Numa primeira análise pode parecer que a velocidade aumenta com o crescimento do ângulo, mas usando os limites dos erros estatísticos isso não ocorre, como mostrado acima. Outra vantagem desse LPE é seu custo. Um lançador mecânico chega a custar em torno de R\$2000,00 (AZEHEB, 2026), o custou deste é inferior a 10% disso. Além disso, no protótipo foi empregada também a tecnologia da impressão 3D. Todos os componentes foram modelados e impressos pelos autores e poderão ser disponibilizados no futuro.

Referências Bibliográficas

AZEHEB. **Pêndulo Balístico**. [s.d.]. Disponível em:

<https://azeheb.com.br/produto/pendulo-balistico>. Acesso em: 3 ago. 2026.

CHAVES, Alaor. **Física Básica: Eletromagnetismo**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HELENE, Otaviano A. M.; VANIN, Vito R. **Tratamento estatístico de dados em física experimental**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1991.

WANZELLER, Wanderson Gonçalves. **Caderno de Física Experimental**. 1. ed. Clube de Autores, 2026

Palavras-chave: Física, eletrônica, balística

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0130

Financiamento: projeto desenvolvido sem fomento.