

GUILHERME AUGUSTO MARTINS DE SOUZA
LUCAS RODRIGUES LIMA
PAULO HENRIQUE GONÇALVES BATISTA

GERADOR DE ENERGIA POR PAVIMENTO CINÉTICO

Manual técnico apresentado ao Curso Técnico em Eletroeletrônica da Etec Trajano Camargo orientado pelo professor Claudio Benelli, como requisito para obtenção do título de Técnico em Eletroeletrônica.

LIMEIRA, SP
2025

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 03 |
| 2. DADOS DE INSTALAÇÃO..... | 04 |
| 3. OPERAÇÃO/USO..... | 07 |
| 4. MANUTENÇÃO | 07 |
| 5. LISTA DE MATERIAIS..... | 08 |
| 6. SUPORTE..... | 09 |
| 7. TREINAMENTO..... | 09 |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 10 |
| REFERÊNCIAS..... | 11 |

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento constante dos custos de energia elétrica e a crescente preocupação com os impactos ambientais das fontes tradicionais, torna-se urgente buscar alternativas sustentáveis e inovadoras para atender à demanda energética das cidades. Nesse contexto, os pavimentos cinéticos surgem como uma solução promissora, capaz de transformar o movimento cotidiano de pessoas e veículos em energia limpa e renovável.

Inspirado na tecnologia desenvolvida pela empresa britânica Pavegen, este projeto propõe a utilização de transdutores piezoelétricos para captar a energia gerada pelo impacto dos passos e convertê-la em eletricidade. Essa abordagem já foi aplicada em locais como o aeroporto de Abu Dhabi e Dupont Circle, em Washington, onde cada passo pode gerar entre 3 e 5 watts-segundo, contribuindo para o abastecimento de sistemas de iluminação e sinalização urbana.

A proposta ganha ainda mais relevância quando aplicada a ambientes de grande circulação, como estações de metrô, terminais rodoviários, centros comerciais e escolas. Por exemplo, na Estação da Sé, em São Paulo, que recebe cerca de 368 mil passageiros por dia, seria possível gerar até 25,5 kWh diariamente com uma área de aproximadamente 130 m² equipada com tecnologia cinética. Essa quantidade de energia seria suficiente para manter 212 lâmpadas de 10W acesas por 12 horas, demonstrando o potencial prático da solução.

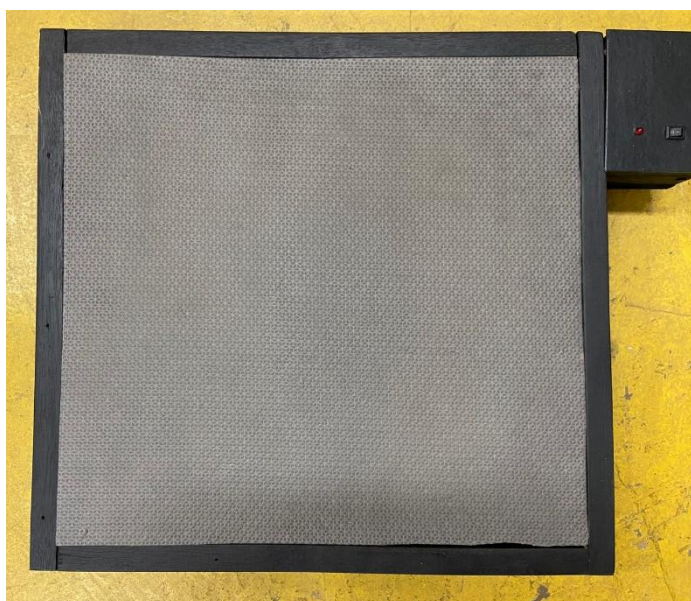
As concessionárias de energia vêm impondo restrições crescentes à expansão de sistemas fotovoltaicos, devido a distúrbios técnicos provocados na rede elétrica. Nesse contexto, o pavimento cinético apresenta-se como alternativa sustentável e independente, capaz de gerar energia dedicada sem necessidade de conexão com a infraestrutura das concessionárias. A solução contribui para diversificar a matriz renovável, mitigar impactos na rede e ampliar a autonomia energética em aplicações locais.

Portanto, este trabalho busca não apenas explorar uma alternativa sustentável de geração de energia, mas também incentivar a reflexão sobre o uso inteligente dos espaços urbanos e o aproveitamento de recursos que, até então, passavam despercebidos. Acredita-se que os pavimentos cinéticos podem contribuir significativamente para a construção de cidades mais eficientes, conscientes e preparadas para os desafios energéticos do futuro.

2. DADOS DE INSTALAÇÃO

A instalação do protótipo de geração de energia por pavimento cinético será realizada em ambiente controlado, com o objetivo de validar a funcionalidade dos componentes e aferir o desempenho energético do sistema. O projeto utiliza transdutores piezoelétricos como elemento principal de conversão mecânica-elétrica, posicionados sob uma superfície de passagem que simula o tráfego de pedestres. Cada transdutor é capaz de gerar pequenas quantidades de energia elétrica a partir da deformação provocada pelo impacto dos passos.

Figura 1: Protótipo de geração por pavimento cinético



Fonte: Autoria própria

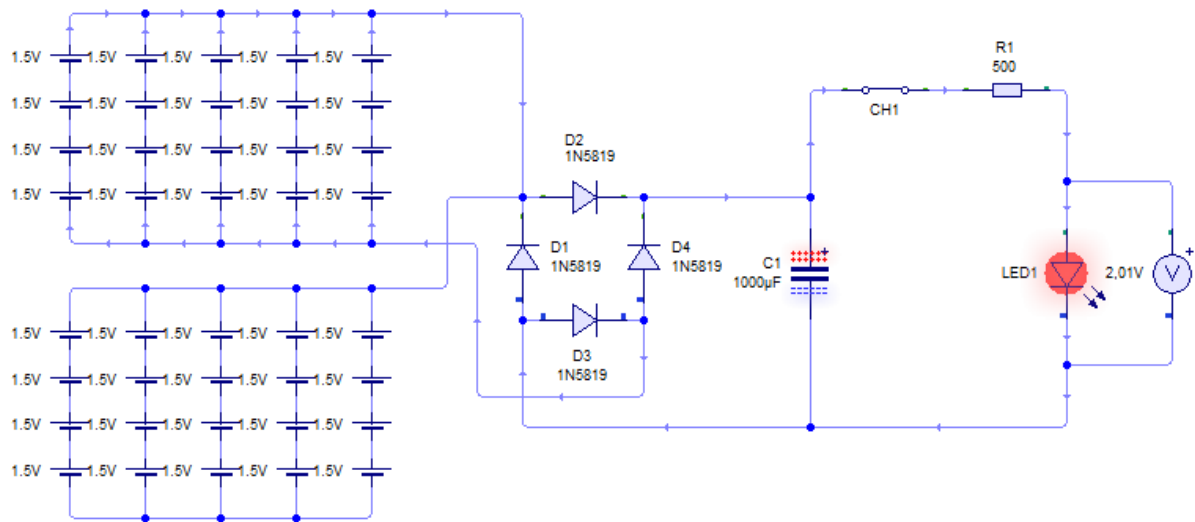
Figura 2: Parte interna do protótipo



Fonte: Autoria própria

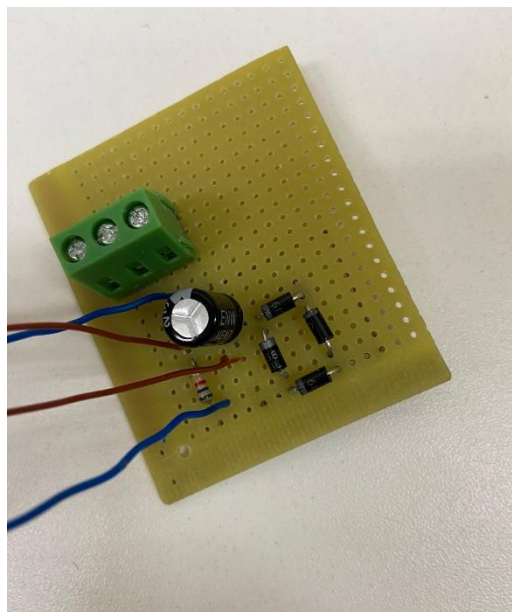
A energia gerada pelos transdutores piezoelétricos é inicialmente em forma de corrente alternada (AC), devido à natureza oscilatória da deformação mecânica. Para torná-la utilizável em sistemas de armazenamento e consumo, essa corrente é retificada por meio de diodos, que atuam como dispositivos semicondutores capazes de permitir o fluxo de corrente em apenas uma direção. Dessa forma, os diodos convertem a corrente alternada em corrente contínua (DC), essencial para o carregamento dos capacitores.

Figura 3: Diagrama elétrico utilizado para ligação do circuito



Fonte: Autoria própria

Figura 4: Placa de circuito impresso com diodos, capacitor e resistores.



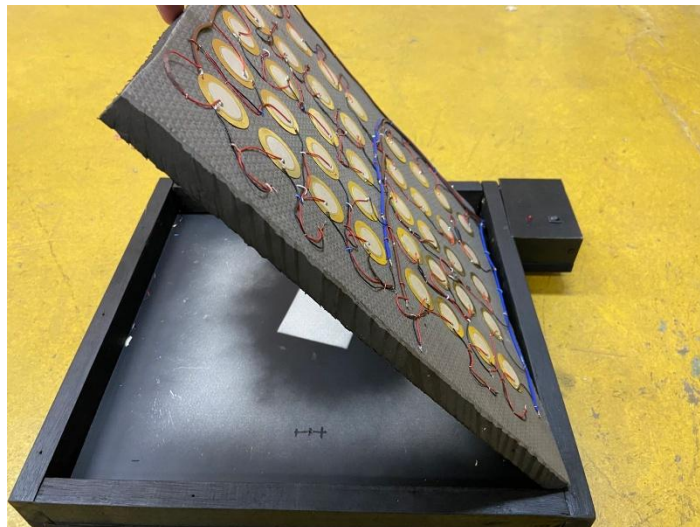
Fonte: Autoria própria

Os capacitores são utilizados como elementos de armazenamento temporário, acumulando a energia elétrica gerada e possibilitando sua liberação de forma controlada para cargas de baixa potência, como LEDs ou sensores. Por se tratar de um protótipo, a instalação prioriza a simplicidade e a modularidade, facilitando ajustes, substituições e medições. Os componentes são fixados em estrutura de suporte de fácil acesso, com as conexões elétricas devidamente protegidas, garantindo segurança durante os testes e evitando interferências externas.

Ferramentas necessárias para montagem:

- Furadeira e brocas – para furos de passagens de cabos na base do protótipo
- Serra elétrica/manual – corte de madeira ou acrílico para a base do protótipo.
- Parafusadeira a bateria – montagem da base, estrutura e ajustes de fixação.
- Ferro de solda e estanho – para conectar os sensores piezoelétricos entre si e à placa de circuito.
- Multímetro – medição de tensão e corrente gerada pelos sensores.
- Faca ou estilete – para cortar o EVA no tamanho exato da área de revestimento.
- Esquadro – para garantir cortes retos e medidas precisas.

Figura 5: Parte interna demonstrando a fixação e montagem interna



Fonte: Autoria própria

O sistema opera de forma isolada, sem integração à rede elétrica convencional, e será montado por equipe técnica com conhecimento em eletrônica e engenharia de materiais. O tempo estimado para instalação é reduzido, variando conforme o número de módulos e a complexidade do circuito de controle. Todo o processo será

documentado para fins de análise de desempenho, segurança e viabilidade de escalabilidade futura.

3. OPERAÇÃO / USO

O protótipo funciona de forma autônoma, ativado pelo impacto dos passos sobre sua superfície. Os transdutores piezoelétricos convertem a energia mecânica em elétrica, gerando corrente alternada que é retificada por diodos e armazenada em capacitores. A energia acumulada é utilizada para alimentar o LED, que será acionado por meio de uma chave liga/desliga. O sistema opera isoladamente, com conexões protegidas e estrutura modular, garantindo segurança e facilidade de manutenção. Recomenda-se uso em ambiente controlado, com inspeções periódicas e cuidados com a integridade da superfície ativa.

4. MANUTENÇÃO

Semanal

- Realizar inspeção visual da superfície ativa.
- Verificar presença de sujeira, umidade ou objetos sobre o pavimento.
- Limpar a superfície com pano seco ou levemente umedecido.

Mensal

- Medir a tensão de saída dos transdutores sob carga simulada.
- Testar funcionamento dos diodos (condutividade unidirecional).
- Verificar capacidade de carga e descarga dos capacitores.

Trimestral

- Simular fluxo de pedestres e registrar geração média de energia.
- Avaliar integridade estrutural da base e dos módulos.

Anual

- Realizar revisão completa do sistema.
- Substituir transdutores com desempenho abaixo do esperado.
- Trocar capacitores com sinais de degradação.
- Atualizar circuitos de retificação, se necessário.

Cuidados Gerais

- Desligar o sistema antes de qualquer intervenção técnica.
- Utilizar equipamentos de proteção individual (EPI).
- Garantir que todas as conexões estejam protegidas após inspeções.
- Registrar todas as atividades em histórico técnico para controle e análise.

5. LISTA DE MATERIAIS

A lista de materiais apresentada abaixo refere-se aos itens necessários para a montagem do protótipo de geração descrito neste trabalho.



FIGURA 01: Lista de materiais

| Objeto | Quant. | Descrição | Valor |
|--------|--------|---|-----------|
| A | 40 | Transdutor Piezoelétrico 35mm | R\$150,32 |
| B | 4 | Diodo 1N5819 | R\$2,00 |
| C | 1 | Resistor 5.6K Ohms | R\$0,20 |
| D | 1 | Led 5mm Vermelho | R\$0,50 |
| E | 1 | Capacitor eletrolítico 220uf 25v | R\$5,00 |
| F | 1 | Placa de circuito impresso 5 x 7cm | R\$33,00 |
| G | 2 | Placa de EVA 50 x 50cm | - |
| H | 1 | Caixa de madeira 50 x 50cm (Reciclável) | - |

| | | | |
|--------------------|----|-----------------------------------|------------------|
| I | 1 | Cabo de cobre 0,75mm ² | R\$1,25 |
| J | 1 | Chave Liga/desliga | - |
| K | 20 | Parafusos Philips de madeira | R\$6,00 |
| L | 1 | Estanho para solda | - |
| M | 1 | Cola instantânea | R\$12,00 |
| N | 1 | Tinta Spray preto | - |
| Custo Total | | | R\$210,27 |

Fonte: Acervo pessoal do projeto

6. SUPORTE

Para dúvidas, assistência técnica ou orientações sobre o funcionamento do protótipo de geração de energia por pavimento cinético, entre em contato com nossa equipe de suporte. O atendimento está disponível de segunda a sexta-feira, das 8h às 17h, pelo e-mail suporte.pavimentocinético@gmail.com. Nossa equipe especializada está pronta para ajudar com diagnósticos, manutenção e atualizações do sistema.

7. TREINAMENTO

Para participar do treinamento técnico sobre manutenção e operação do protótipo de geração de energia por pavimento cinético, entre em contato com nossa equipe de suporte. O curso é voltado para profissionais e estudantes da área técnica, com foco em capacitação prática e teórica. As informações e orientações estão disponíveis pelo e-mail suporte.pavimentocinético@gmail.com. Nossa equipe está pronta para fornecer os materiais, cronograma e acompanhamento necessário durante o processo de formação.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto demonstrou que é possível gerar energia limpa e sustentável a partir do movimento urbano, validando o conceito por meio de um protótipo funcional capaz de acender um LED com a energia gerada pelo impacto. Mesmo utilizando componentes simples e enfrentando limitações de desempenho devido às restrições orçamentárias, foi possível comprovar a viabilidade técnica da proposta.

Além da validação prática, o projeto se destaca pela simplicidade de implementação e pela possibilidade de integração com sistemas urbanos já existentes, o que amplia seu potencial de aplicação. Os resultados indicam que, com investimentos mais adequados e materiais de maior qualidade, essa tecnologia pode ser aprimorada e aplicada em larga escala, especialmente em locais com grande circulação de pessoas ou veículos.

Um exemplo concreto é a Estação da Sé, que recebe cerca de 368 mil passageiros por dia. Nesse cenário, a tecnologia cinética poderia gerar até 25,5 kWh diários — energia suficiente para acender 212 lâmpadas de 10W por 12 horas, utilizando aproximadamente 130 m² de área equipada (ESTADÃO, 2024). Esses dados reforçam o potencial real da solução como fonte alternativa de energia renovável em ambientes urbanos.

REFERÊNCIAS

ESTADÃO. *Conheça as 10 estações mais movimentadas do metrô de SP.*

Mobilidade Estadão, 29 jul. 2024. Disponível em:

<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/dia-a-dia/conheca-as-10-estacoes-mais-movimentadas-do-metro-de-sao-paulo/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

KLECKERS, Thomas. Como um transdutor de força piezoelétrico funciona. HBM, [s.d]. Disponível em: <https://www.hbm.com/pt/7318/como-um-transdutor-de-forca-piezoelétrico-funciona/>.

Acesso em: 17 jun. 2025.

OLSEN, Natasha. Piso transforma passos em energia limpa. Disponível em:

<https://ciclovivo.com.br/planeta/energia/piso-transforma-passos-em-energia-limpa/>

Acesso em: 7 mai.2025

PAVEGEN. Pavegen – Generating clean energy from footsteps. Disponível em:

<<https://www.pavegen.com/>>. Acesso em: 04 dez. 2025.

PORTAL SOLAR. Piezoelectricidade. Disponível em:

<https://www.portalsolar.com.br/piezoelectricidade>.

Acesso em: 17 jun. 2025.