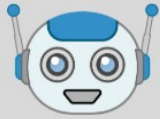


Relatório de montagem do projeto “Jogo Tabuleiro”



Integrantes:

Jonathan Alexandre de Moraes Candido, Rafael Domingos Siqueira Magalhães, Igor Francisco Cruz de Lima, Rafaela Jordana Cardoso da Silva, Guilherme Gabriel Franco de Souza



Introdução

O presente relatório documenta os procedimentos de fabricação e montagem de um circuito eletrônico integrado a uma base estrutural de MDF, desenvolvido para compor a interface física de um Jogo de Tabuleiro. O objetivo principal deste módulo de hardware é fornecer um feedback visual rápido e confiável aos jogadores por meio da sinalização luminosa por LED.

O projeto engloba desde a preparação mecânica do material base, utilizando gabaritos geométricos e usinagem de canaletas para o roteamento de fios, até as práticas de soldagem e conexão de componentes eletrônicos discretos. A alimentação do circuito foi padronizada para operar com uma fonte de tensão contínua de 12 V. Para realizar a sinalização visual de forma segura, o sistema emprega um LED posicionado em série com um resistor limitador de corrente de 10 k Ω .

A escolha da resistência de 10 k Ω é tecnicamente fundamentada na proteção dos componentes e na eficiência energética da sinalização. Considerando a tensão de alimentação ($V_{cc} = 12 \text{ V}$) e uma queda de tensão direta típica de um LED padrão (aproximadamente $V_f = 2 \text{ V}$), a diferença de potencial sobre o resistor é de 10 V.

Aplicando a Lei de Ohm, a corrente elétrica resultante que circula pela malha é:

$$I = V / R$$

$$I = 10 \text{ V} / 10.000 \Omega$$

$$I = 0,001 \text{ A}$$

$$I = 1 \text{ mA}$$

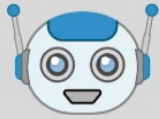
Uma corrente de operação de 1 mA é perfeitamente adequada para acender o LED com luminosidade suficiente para ambientes internos de jogo, ao mesmo tempo em que mantém a dissipação de potência do resistor extremamente baixa.

A potência dissipada pode ser calculada por:

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = 10.000 \cdot (0,001)^2$$

$$P = 0,01 \text{ W}$$



$$P = 10 \text{ mW}$$

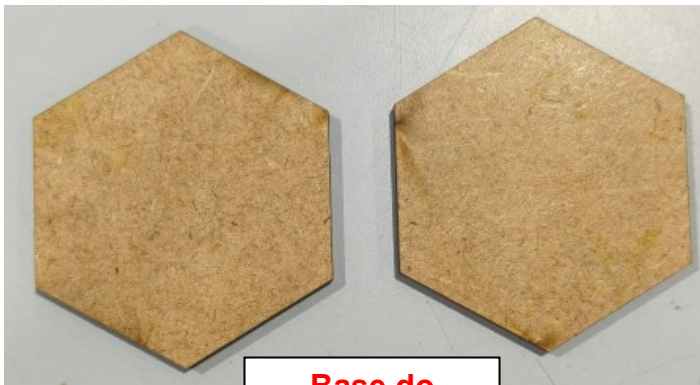
Dessa forma, o resistor opera com ampla margem de segurança térmica, garantindo confiabilidade, eficiência energética e maior vida útil ao sistema desenvolvido.

Materiais utilizados:

- 1 Resistor: 10k Ω ;
- 1 Placa MDF: espessura 2mm;
- 1 LED reutilizado
- 1 Fio de cobre: diâmetro 0,5mm;
- 1 Fonte de celular: 12V

1ª Etapa:

Primeiramente, deve-se efetuar o corte na placa de MDF para criar a base do circuito e o gabarito de posicionamento. Pode-se utilizar qualquer forma geométrica; no exemplo abaixo, **foi utilizado** um hexágono.



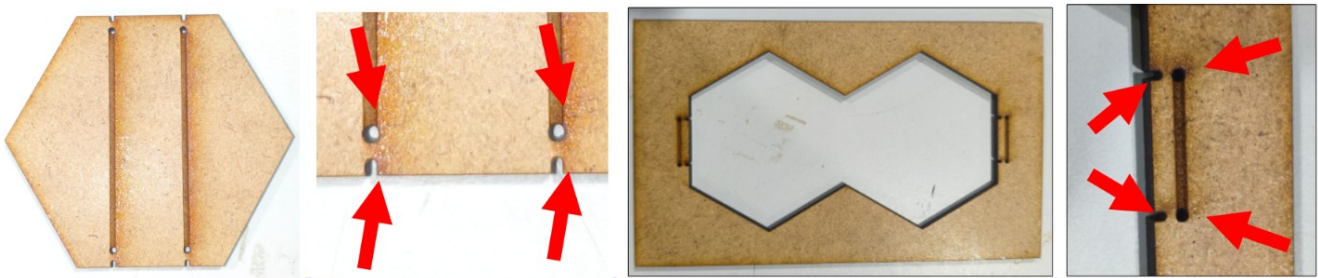
Base do

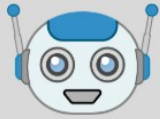


Gabarito de

2ª Etapa:

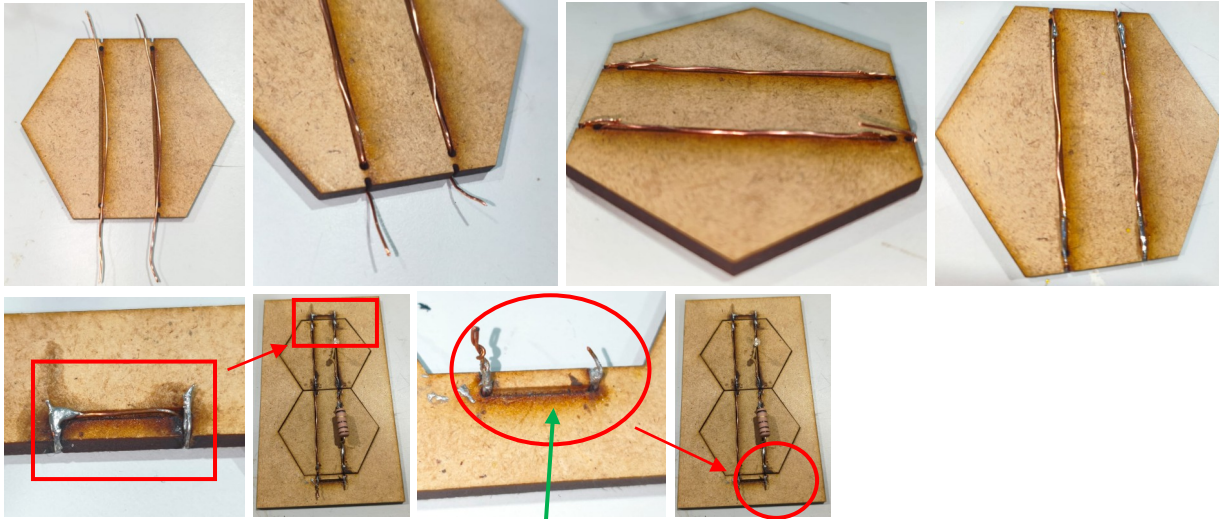
Efetue o desenho das canaletas guias no MDF para melhor encaixe do fio. Observe que nas extremidades foram feitos **semicírculos** e furos para facilitar os contatos dos fios e o encaixe.





3ªEtapa:

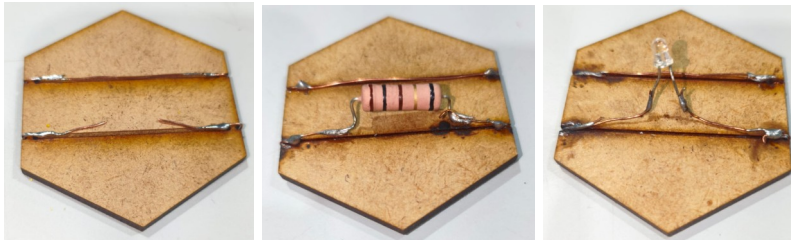
Utilize as canaletas, furos e **semicírculos** guias para inserir os fios e efetuar a solda com estanho. **Atente-se: neste caso, não coloque** um fio de ligação entre os dois pontos."



Atente-se: neste caso não colocar
um fio de ligação entre os dois

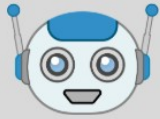
4ªEtapa:

Após isso, efetue um corte nos fios da base do circuito para soldar o resistor e o LED. Ao posicionar o LED, atente-se para que o terminal maior (conhecido como anodo) **fique virado** para o lado positivo da fonte (fio vermelho).

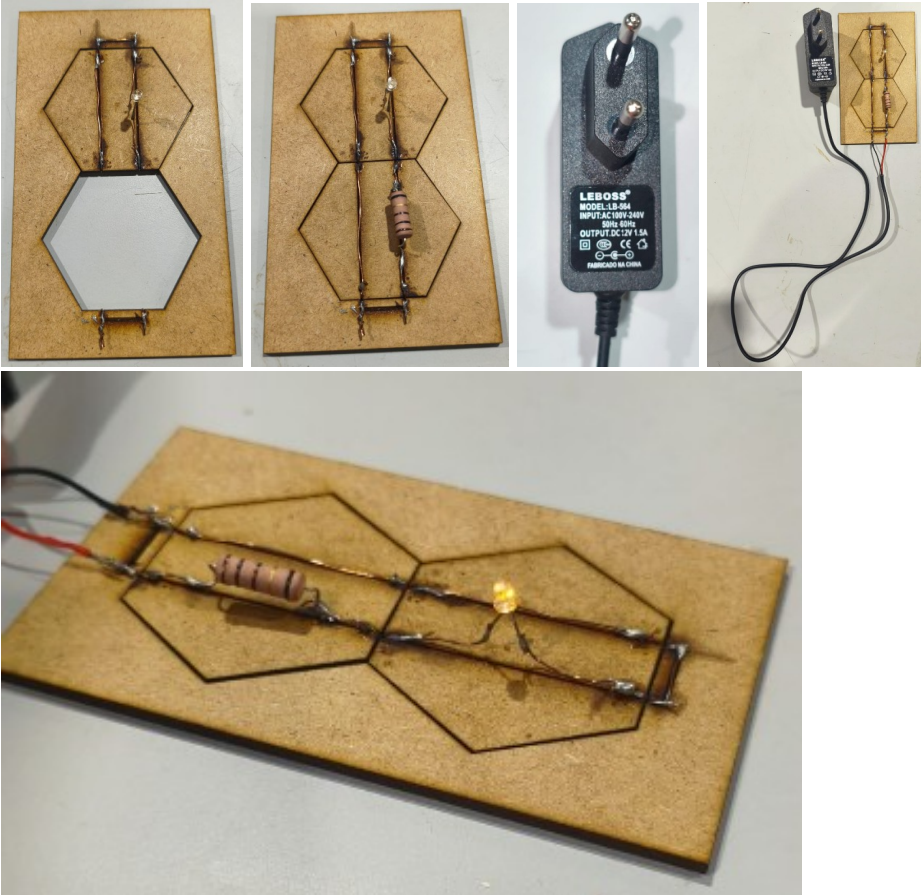


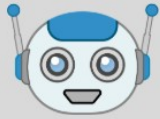
5ªEtapa:

Após efetuar todas as atividades anteriores, faça o encaixe da base do circuito com o gabarito de posicionamento. Para testar o circuito, conecte a fonte de 12V à entrada correspondente e **ligue-a** na tomada.



Projeto de Extensão: Hackeando o e-lixo com
upcycling criativo
Engenharia de Controle e Automação - 2026





Desenvolvimento do Jogo: Adaptações Metodológicas e Readequação de Escopo

O planejamento inicial do projeto previa o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro didático complexo, cuja dinâmica de gerenciamento de recursos e colonização territorial seria inspirada no clássico jogo *Catan*. A proposta original consistia em fazer com que os participantes construíssem progressivamente uma malha de circuitos elétricos interconectados, utilizando módulos hexagonais e componentes eletroeletrônicos reaproveitados provenientes de logísticas de *upcycling*.

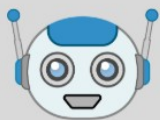
Contudo, restrições severas de tempo de execução e imprevistos técnicos durante a fase de prototipagem exigiram uma readequação dinâmica do escopo para um **Produto Mínimo Viável (MVP)**. Além dos fatores de cronograma, a aproximação da data de aplicação impôs um importante ajuste pedagógico: o público-alvo da oficina estendia-se à comunidade infantil. Para garantir a autonomia das crianças, a segurança na manipulação e o caráter lúdico da atividade sem perder o rigor conceitual, a complexidade da malha foi sintetizada em um modelo modular inicial de duas peças. Essa abordagem simplificada permitiu focar no aprendizado prático da continuidade elétrica e do funcionamento básico de uma malha fechada (Fonte-Resistor-LED).

Diagnóstico de Limitações Técnicas e Conectividade Eletrônica

Durante os ensaios de acoplamento dos módulos hexagonais, a equipe de desenvolvimento deparou-se com um desafio crítico de engenharia de produto: **a intermitência de contato elétrico nas interfaces mecânicas**. Garantir a continuidade elétrica estável entre blocos independentes e móveis, sem o uso de conectores comerciais ou solda permanente entre as peças, revelou-se o principal gargalo do design.

Na primeira iteração de testes, foram aplicadas fitas de folha de alumínio sobre a superfície de MDF para atuarem como trilhas condutoras. O sistema falhou devido a três fatores físicos correlacionados:

- **Irregularidade Superficial:** A textura e a flexibilidade da folha de alumínio criavam microdeformações ao sofrerem atrito com o MDF.



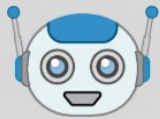
- **Ausência de Força Normal Constante:** O simples encaixe lateral das peças do quebra-cabeça não gerava a pressão mecânica necessária para romper as barreiras de isolamento galvânico provocadas por desalinhamentos.
- **Oxidação Relativa:** A película gerada sobre o alumínio aumentava de forma imprevisível a resistência de contato, inviabilizando a condução estável sob tensões contínuas e interrompendo o funcionamento do circuito.

Intervenções e Engenharia de Soluções Make

Diante do diagnóstico técnico e do prazo limite para a execução da gincana, a equipe implementou duas modificações estruturais e eletromecânicas corretivas:

- **Substituição do Material Condutor por Fio Rígido de Cobre:**
Descartou-se a fita de alumínio em favor do fio de cobre rígido com diâmetro de 0,5 mm. O cobre apresenta condutividade elétrica significativamente superior e excelente resiliência mecânica. Sua rigidez permitiu criar pontos de pressão reais nas extremidades de cada módulo.
- **Usinagem de Canaletas e Elementos de Alinhamento Geométrico:**
O design das peças em MDF de 2 mm foi refinado através da inclusão de canaletas guias, furos passantes e rebaixos em semicírculo cortados a laser. Essa arquitetura permitiu o correto tensionamento e travamento dos fios de cobre na estrutura.

A união dessas soluções fez com que o próprio encaixe físico das peças — orientado pelo gabarito de posicionamento — gerasse uma força de compressão elástica entre os terminais de cobre adjacentes. O contato elétrico passou a ser estabelecido puramente por **pressão mecânica localizada**, garantindo a continuidade elétrica perfeita e preservando a total modularidade do tabuleiro (permitindo montar, desmontar e reorganizar o labirinto sem desgastar os contatos).



Análise dos Resultados e Impacto Pedagógico Extensionista

A reformulação metodológica e estrutural resultou em uma plataforma didática robusta, altamente funcional e perfeitamente calibrada para o ecossistema de uma oficina infanto-juvenil. O protótipo final mitigou riscos de falha operacional e validou de forma empírica o conceito de *upcycling* tecnológico defendido pelo projeto de extensão.

A experiência demonstrou que materiais eletrônicos descartados e sucatas industriais podem ser transformados em ferramentas de aprendizado prático em STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). A atividade provou que restrições técnicas severas, quando submetidas aos princípios de engenharia e cultura maker, tornam-se vetores de inovação. O projeto cumpriu com êxito seu papel extensionista, convertendo a teoria de circuitos e a conscientização sobre o e-lixo em uma experiência tátil, segura e de rápida assimilação pela comunidade.