

**Projeto e montagem do Kit didático em estrutura metálica****Design and assembly of the didactic Kit in metallic structure**

DOI:10.34117/bjdv6n7-514

Recebimento dos originais: 03/06/2020

Aceitação para publicação: 21/07/2020

**Luis Felipe Rosa Trombetta**

Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Católica Dom Bosco

Instituição: Universidade Católica Dom Bosco

Endereço: Av. Tamandaré, 6000 -Jardim Seminário, Campo Grande – MS, Brasil

E-mail: luisfeliperosatrombetta@outlook.com

**RESUMO**

Este artigo apresenta o desenvolvimento da estrutura mecânica do kit didático de princípios de automação. Originalmente o kit didático foi projetado para ser fabricado em estrutura plástica utilizando impressora 3D. Para a fabricação da estrutura metálica do kit didático foram realizadas as seguintes etapas: estudo do funcionamento geral do kit; estudo das máquinas e ferramentas disponíveis na oficina de metalmecânica da UCDB; Estudo das diferentes técnicas de fabricação das peças do kit didático; projeto do kit didático em CAD; fabricação das peças, montagem do kit didático. A escolha do material da estrutura metálica foi realizada após de estudo das características dos materiais disponíveis no mercado local, onde foi utilizado na comparação seu custo, resistência, processo de fabricação, maleabilidade e acabamento, assim foi escolhido o ACM que de todas as características supracitadas acima foi o melhor a ser selecionado. Foram estudadas as seguintes máquinas e ferramentas disponíveis na oficina de metalmecânica: torno mecânico; fresadora; retificadora plana e cilíndrica; máquina de solda por eletrodo revestido; esmeril; dobradeira e métodos de furação. O projeto da estrutura metálica foi realizado no software CAD em 3D permitindo visualização do produto final para identificação de erros de fabricação e de concordância das peças, visualização de disposição dos componentes da bancada. Para a produção das peças da estrutura metálica foi necessário fabricação de ferramenta de corte para ser utilizada na fresadora, devido que as peças não serem usinadas por ferramentas convencionais foi necessário a fabricação de uma ferramenta de rasgo em V de 45 graus para forma um corte de dobra de 90 graus. A fabricação e a montagem da estrutura metálica foram realizadas com sucesso utilizando as máquinas e as ferramentas disponíveis na oficina de metalmecânica.

**Palavras-chave:** Kit didático, automação, CAD.**ABSTRACT**

This article presents the development of the mechanical structure of the didactic kit of automation principles. The didactic kit was originally designed to be manufactured in plastic using a 3D printer. The following steps were taken to manufacture the metallic structure of the didactic kit: study of the general functioning of the kit; study of the machines and tools available at the UCDB metal-mechanic workshop; Study of the different manufacturing techniques of the parts of the didactic kit; CAD didactic kit design; manufacture of the pieces, assembly of the didactic kit. The choice of the material of the metallic structure was made after studying the characteristics of the materials available in the local market, where it was used in the comparison of its cost, resistance,

manufacturing process, malleability and finish, thus the ACM was chosen which of all the above characteristics above was the best to be selected. The following machines and tools available at the metalworking workshop were studied: lathe; milling machine; flat and cylindrical grinding machine; coated electrode welding machine; emery; folder and drilling methods. The design of the metallic structure was carried out in 3D CAD software allowing visualization of the final product to identify manufacturing errors and parts concordance, visualization of the layout of the bench components. For the production of the parts of the metallic structure, it was necessary to manufacture a cutting tool to be used in the milling machine, since the parts were not machined by conventional tools, it was necessary to manufacture a 45 degree V-slot tool to form a cut of 90 degree bend. The fabrication and assembly of the metal structure was successfully carried out using the machines and tools available in the metalworking workshop.

**Keywords:** Didactic kit, automation, CAD.

## 1 INTRODUÇÃO

A infraestrutura da UCDB oferece diversos laboratórios de estudos práticos para acadêmicos como laboratórios de química experimental, Física, Computação gráfica, Hidráulica, Mecânica de solos, Topografia, Geoprocessamento, informática de redes de computadores com diferentes sistemas operacionais (Windows, Linux e Solaris), ferramentas para desenvolvimento, gestão e documentação de sistemas como controle de versão (SVN), Track, Java, Astah, Eclipse, Netbeans, PostgreSQL e a oficina metal mecânica. Com o aumento da demanda de acadêmicos, nas engenharias elétrica, mecânica, controle automação e de computação, e as iniciativas de integração de alunos do ensino médio a participarem de programas na Universidade Católica Dom Bosco, houve necessidade de desenvolver um kit didático que simule uma planta de automação industrial em plataforma aberta, de fácil entendimento e uso. Sendo utilizado o kit em amostra de dias de campus, sendo que os alunos tivessem um primeiro contato com o kit demonstrando um possível parte da área das engenharias, também utilizá-lo nas disciplinas de introdução á engenharia, automação industrial, microcontroladores, nos cursos de engenharias de controle e automação, elétrica, mecânica e de computação da Universidade Católica Dom Bosco, bem como a possibilidade de usá-lo nas outras disciplinas como desenho técnico I e II, projeto digital, processos de fabricação e práticas mecânicas, CAD/CAM/CAE e programação.

O desenvolvimento deste trabalho iniciou-se com estudo do funcionamento do kit já desenvolvido no ciclo 2015A/2016B e 2016A/2017B, sendo este fabricado em impressora 3D, logo após iniciou-se o estudo das ferramentas e máquinas disponibilizadas no laboratório de metalmeccânica e as diferentes técnicas de fabricação, tendo em vista a produção em material metálico (ACM), sendo este material escolhido devido suas características de durabilidade e

maleabilidade serem boas além da estética e baixo custo. Foi realizado o projeto do kit em software CAD em 3D e sua fabricação e montagem, na oficina metal mecânica.

## 2 KIT DIDÁTICO DESENVOLVIDO NO CICLO ANTERIOR

Realizado o estudo do kit didático já produzido (figura 1), sendo este proporcionando aos alunos uma primeira noção de automação, o protótipo contendo várias etapas como a colocação e ajuste no posicionamento da embalagem, assim representado como potes, esta parte envolve o comando de sensores de fim de curso e programação de servomotores para o posicionamento da embalagem, a programação do motor de passo para despejar o produto dentro da embalagem, assim representado como moedas, sendo programável a quantidade de moedas a serem despejadas. A programação do kit deve ser realizada na placa do microcontrolador Arduino, controlando todos os procedimentos e movimentos para que o ciclo de automação tenha o mínimo de falhas.

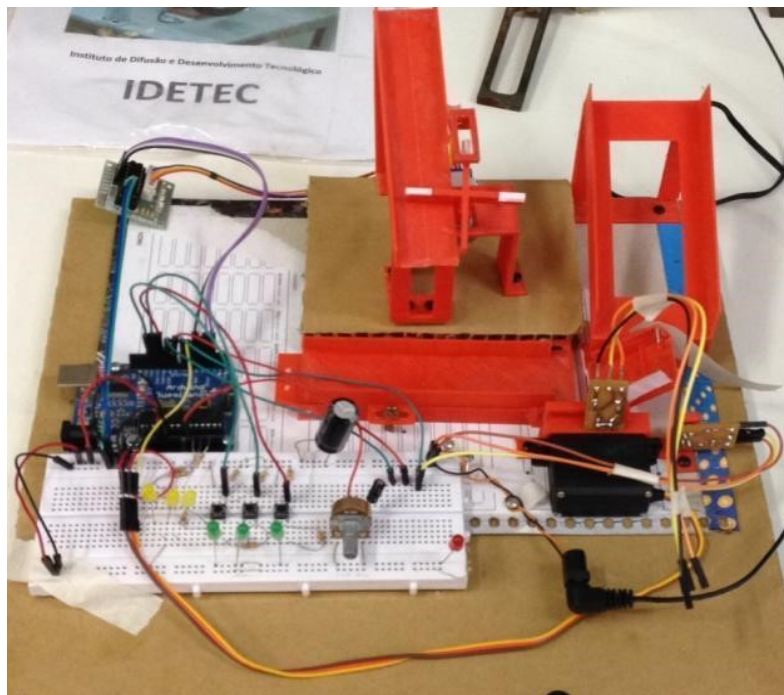


Figura 1: Kit didático desenvolvido no ciclo anterior

## 3 MELHORIA DO KIT DIDÁTICO DESENVOLVIDO NO CICLO ANTERIOR

O kit didático após da realização das melhorias mostrado na figura 2. Entre as melhorias realizadas: A fabricação do circuito impresso (PCB) para fixação dos cabos dos motores e sensores

e a conexão com a placa do microcontrolador. Montagem da parte mecânico (rampas, motores, sensores... Etc.) numa caixa.

O Kit didático mostrado na figura 2 foi utilizado nas aulas de microcontroladores e introdução a engenharia em 2018A.

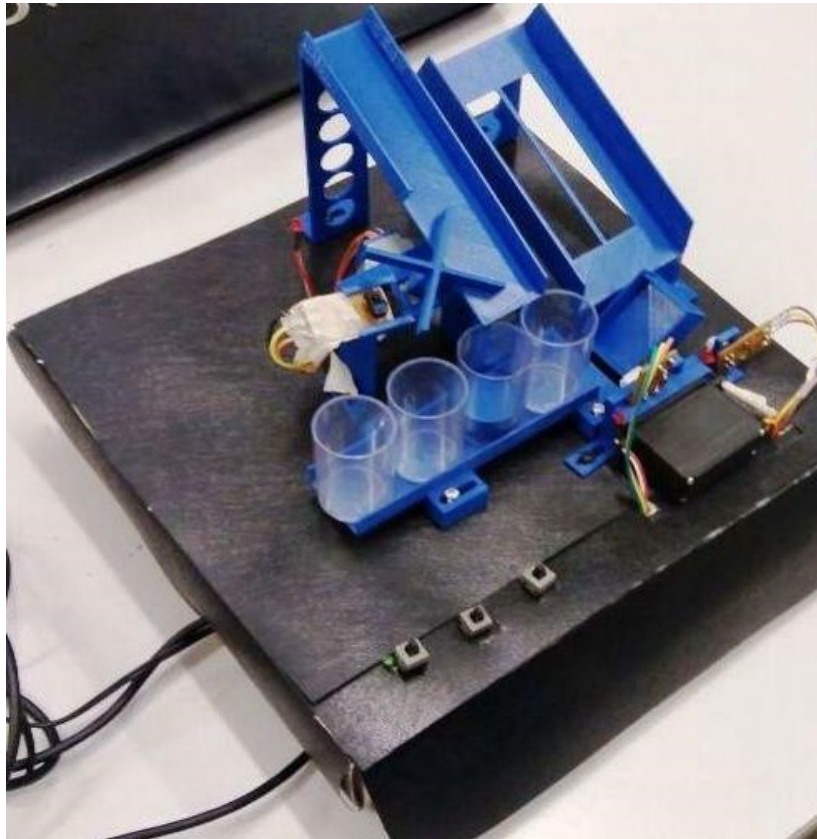


Figura 2: Kit didático desenvolvido após da melhoria

#### **4 ESTUDO DAS MÁQUINAS E FERRAMENTAS DISPONÍVEIS NO LABORATÓRIO**

A Universidade Católica Dom Bosco possui um laboratório de metal mecânica que disponibiliza um grande variedades de máquinas para os alunos realizarem práticas mecânicas, neste laboratório são encontradas máquinas como: fresadora vertical, retificadora plana, retificadora cilíndrica, máquinas de solda, esmeril, torno universal, furadeiras, dobradeira, entre as máquinas possui ferramentas para auxiliar nos trabalhos desenvolvidos como chaves, bits, morsas, entre outros.

Para o desenvolvimento do kit didático realizou o estudos das máquinas e ferramentas disponíveis no laboratório e os diferentes métodos de fabricação, neste projeto foi utilizado:

O torno universal figura 3 é uma máquina que permite usinar peças de forma geométrica de revolução, operam fazendo girar a peça a usinar presa em um cabeçote placa de 3 ou 4 castanhas enquanto uma ou diversas ferramentas de corte são pressionadas em um movimento regulável de avanço de encontro à superfície da peça, removendo material, chamado cavaco, de acordo com as condições técnicas adequadas.



Figura 3: Torno universal, Laboratório de MetalMecânica da UCDB

Para a fabricação de grande parte das peças foram utilizadas a fresadora figura 4 que é uma máquina de movimento contínuo da ferramenta, destinada a usinagem de materiais. Remove-se cavacos por meio de uma ferramenta de corte chamada fresa. A operação de fresagem consta da combinação de movimentos simultâneos da ferramenta e da peça a ser usinada simultaneamente.



Figura 4: Fresadora Vertical, Laboratório de MetalMecânica da UCDB

O processo de furação foi utilizada para realizar os furos de fixação das peças nas pancadas, este processo se utiliza uma furadeira figura 5 que é uma máquina que tem como função principal a execução de furos. Outras operações, tais como alargamento e rebaixamento, também podem ser realizadas. As furadeiras possuem um sistema de motor que aplica uma rotação a uma ou mais brocas que são responsáveis pela remoção do material.



Figura 5: Furadeira de coluna, Laboratório de MetalMecânica da UCDB

Várias ferramentas foram utilizadas também para auxiliar com o acabamento e melhorar o desempenho da fabricação, tais ferramenta como alicates, chaves de vários tamanhos, esmeril, morsas, entre outras.

## **5 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA MECÂNICA**

Logo após o estudo do kit e as ferramentas disponíveis na oficina metalmecânica iniciou-se o processo de adequação do projeto e a fabricação do kit em material metálico. Foi realizado testes com diferentes materiais metálicos como chapas de alumínio de 3 milímetros e de 1 milímetro de espessura e algumas chapas de aço, além do ACM, devido todos os teste de dobras rasgos e cortes para melhor qualidade do kit, o material utilizado no projeto foi ACM por melhor maleabilidade e acabamento além de baixo custo. O projeto foi modificado para que a estrutura mecânica do kit ser

reproduzida em uma chapa de 4 milímetros de espessura e adaptadas às rampas para o procedimento de fabricação e montagem.

Primeiramente foi fabricado uma ferramenta mostrada na figura 6 para realizar um rasgo em V de 45° graus nas chapas de ACM, este corte foi necessário para a dobra de 90° nas rampas, esta ferramenta foi produzida com um bit de metal duro afiado em 45° com o esmeril, uma máquina que rotaciona o rebolo realizando o desbaste dos peças deixando com a forma desejada. Para realizar o corte em V com a ferramenta foi necessário a soldagem do bit, com a máquina de solda de eletrodo revestido que tem a função de unir duas ou mais peças, em uma haste cilíndrica de 8 polegadas para acoplar no porta fresas da fresadora vertical.



Figura 6: Ferramenta para rasgo em V fabricada

A ferramenta colocada na fresadora rotaciona em sentido horário realizando a retirada de cavaco da chapa alocada em uma morsa de precisão, a chapa de ACM de 4 milímetros e usinada em V até 1 milímetro de espessura figura 7, sendo que esse processo será repetido para as rampas de postes, de moedas e esteira.





Figura 7: Chapa de ACM com rasgo em V, rampa de potes

Para formar as rampas com as dobrar de 90° graus foi utilizada uma resina para segurar as partes dobradas figura 8, assim como nas rampa de moedas figura 9 e a esteira figura 10.



Figura 8: Rampa de potes fabricada

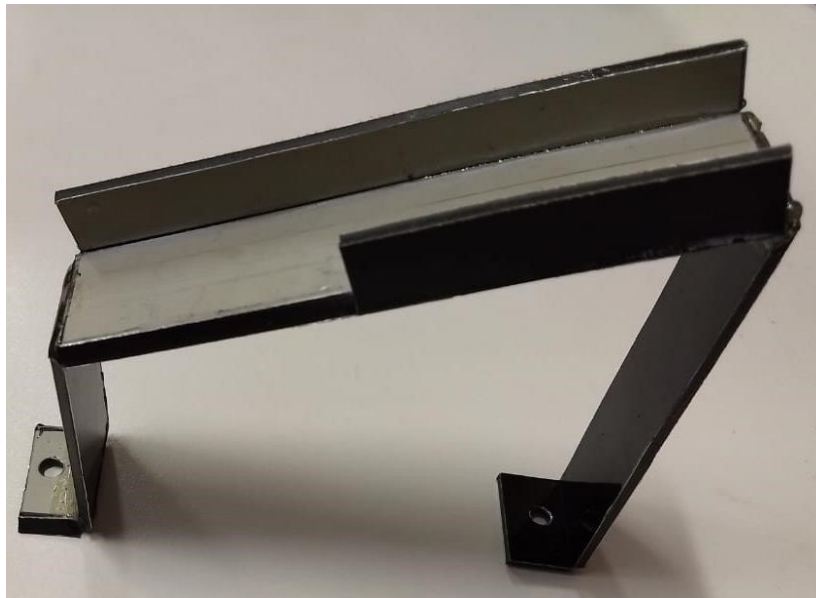


Figura 9: Rampa de moedas

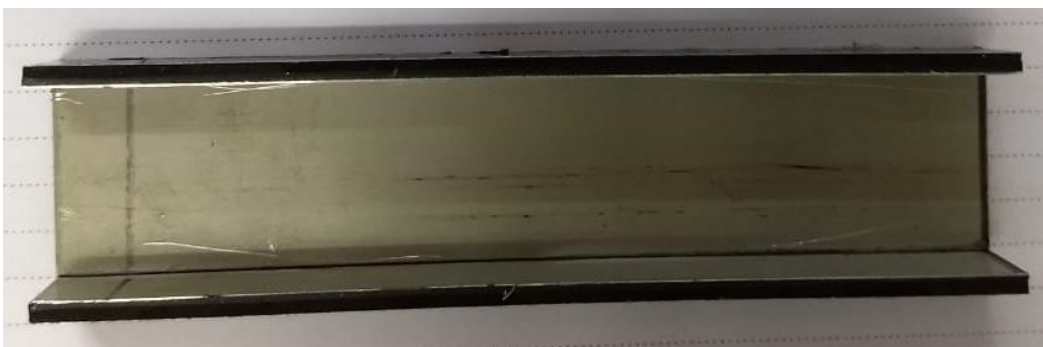


Figura 10: Esteira

O material utilizado na fabricação do seletor de moedas mostrado na figura 11 é o alumínio devido às dimensões das peças ultrapassarem a de uma chapa. Inicialmente o tarugo de alumínio possuía 60 milímetros de diâmetro foi reduzido com o torno até chegar em 50 milímetros, que é o comprimento de cada aba do seletor. Para fabricar as abas, o tarugo foi acoplado no divisor de binário, sua função é girar a peça fazendo com que produza no procedimento formas simétricas. O divisor também é utilizado para auxiliar no desenvolvimento de engrenagens, cabeça de parafusos, peças trigonométricas, proporcionando a fabricação da peça simétrica e concêntrica de mesmas dimensões, o acabamento realizado no eixo do seletor foi pelo torno e as rebarbas retiradas com a lima.



Figura 11: Seletor de moedas

## **6 FABRICAÇÃO E MONTAGEM DOS CIRCUITOS ELETRÔNICOS**

Toda a bancada é controlado por uma placa de Arduino Duemilanove figura 12, onde nesta mesma tem a programação dos motores de passo disponibilizados no seletor de moedas e no elevador de potes, para auxiliar o arduino foi-se necessário a colocação de sensores de fim de curso, averiguando por sensores infravermelhos se o elevador ou o seletor terminou ou não o ciclo. Na programação foi definido quantos graus o motor de passo deve girar o elevador para deixa o pote na posição vertical, e também para o seletor de moedas.



Figura 12: Placa Arduino Duemilanove

Os sensores de fim de curso consistem de um diodo transmissor de infravermelho e um transistor receptor de infravermelho. Fazendo a função de reconhecer se o elevador está na posição final ou inicial, já o seletor de moedas reconhece se derrubou uma moeda. O circuito elétrico do sensor é formado por dois resistores um de 330 Ohms ligado no diodo emissor e um de 10 KOhms ligado no transistor receptor. Foi fabricada uma placa de circuito impresso (PCB) para fixar os resistores, os diodos e pontos de ligação conforme mostrado na figura 13.

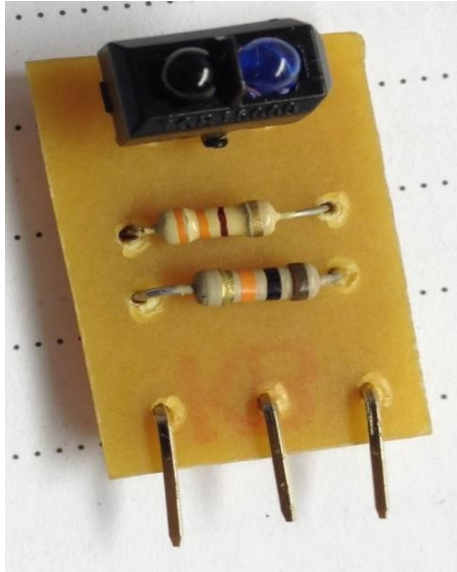


Figura 13: Sensor de fim de curso infravermelho desenvolvido

O esquema elétrico dos sensores mostrado na figura 14. Após de realização de simulação numérica para verificar o funcionamento o circuito das trilhas de cobres foram impressas na placa de fenolite conforme mostrado na figura 15 e figura 16 após da corrosão em ácido de perclorato de ferro. Seguindo o esquema elétrico os sensores foram soldados juntamente com os resistores e os pinos de conexão da energia, GND e do sinal que seguiam para a placa de arduino figura 17.

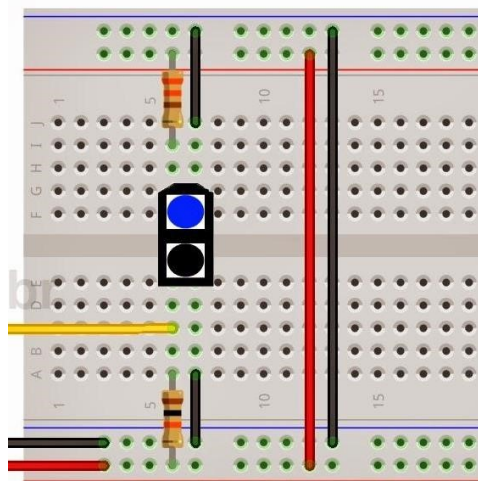


Figura 14: Esquema elétrico, (arduinoocia, 2013)

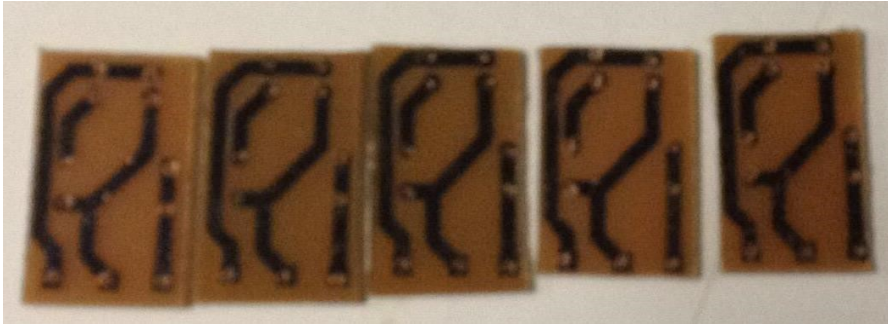


Figura 15: Impressão das trilhas na placa de fenolite

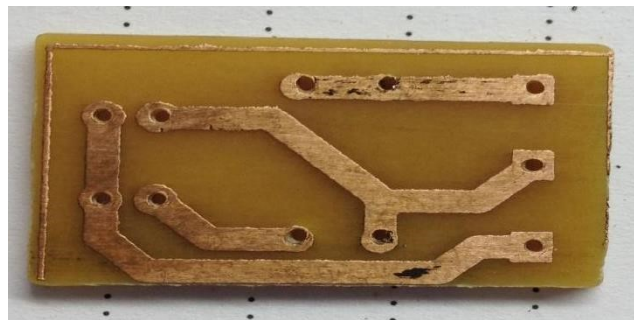


Figura 16: Trilhas corroídas

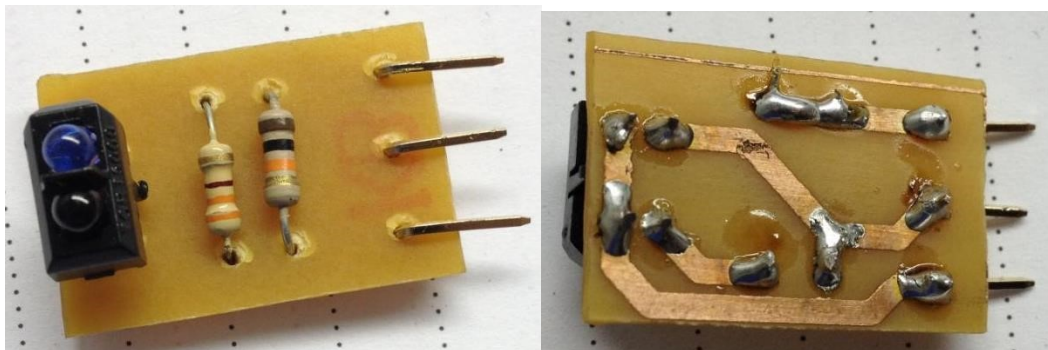


Figura 17: Sensor de fim de curso infravermelho desenvolvido finalizado

## 7 MONTAGEM DA BANCADA

Após a montagem das rampas e a esteira iniciou-se o processo de finalização da bancada, pelo desenho em CAD podemos tomar partida da posição das rampas e dos motores assim tomando a melhor disposição para os mesmo. Depois de posicionados e efetuado os teste de funcionamento foi realizado os furos de fixação das rampas e suporte dos motores. A bancada foi parafusada na tampa de uma caixa metálica, que por dentro da mesma caixa foi colocado a placa do Arduino, o driver do motor de passo, a fonte de energia e os cabos de conexão USB. Passando para cima da

bancada somente os fios de conexão dos motores, os fios dos sensores e dos botões de seleção do modo de funcionamento do kit.

Já com o kit finalizado com as rampas e motores parafusados e com o sistema de controle pronto dentro da caixa conforme o mostrado na figura 18 tem-se a conclusão do kit didático supracitado neste artigo.

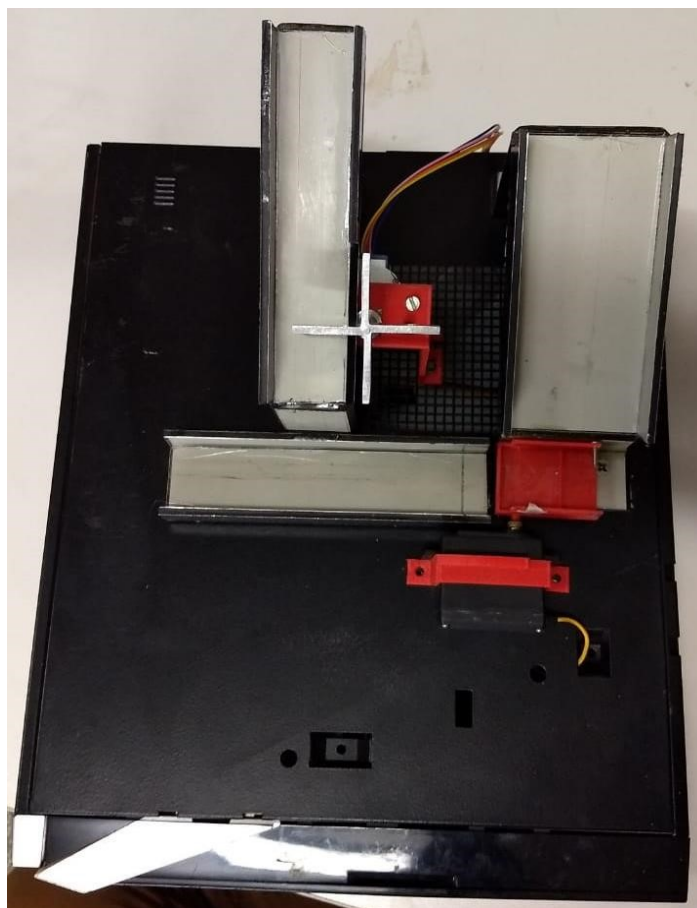


Figura 18: Kit didático finalizado

**REFERÊNCIAS**

arduinoecia. (07 de outubro de 2013). Acesso em 12 de 04 de 2018, disponível em arduinoecia:  
<https://www.arduinoecia.com.br/2013/10/sensor-optico-reflexivo-tcrt5000.html>

ORDOÑEZ, E.D.M., PENTEADO, C.G. y DA SILVA, A.C.R..Microcontroladores e FPGAs: aplicações em automação. Novatec, 2005

NICOLOSI, D.E.C..Microcontrolador 8051 Família At89s8252 Atmel: COM LINGUAGEM C - PRÁTICO E DIDÁTICO. ERICA

brasilacm. (2014). Acesso em 15 de 02 de 2018, disponível em brasilacm:  
<http://www.brasilacm.com.br/sobre-o-acm.html>

FERRARESI, Dino. Usinagem dos metais. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. v.1

DOYLE, L. E., MORRIS, J. L., LEACH, J. L., SCHRADER, G. F. Processos de Fabricação e materiais para engenheiros. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1978

TELLES, Pedro Carlos da Silva. Materiais para equipamentos de processo. Rio de Janeiro: Interciência, 2003

O NOVASKI, Introdução à engenharia de fabricação mecânica. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.