

---

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF  
ESCOLA DE ENGENHARIA – TCE  
CURSO DE ENGENHARIA DE TELECOMUNICAÇÕES – TGT

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO TUTORIAL – PET  
GRUPO PET-TELE

## Tutoriais PET-Tele

Tutorial sobre confecção artesanal de circuitos  
impressos

(Versão: A2014M09D25)

Autor: Thiago Elias Bitencourt Cunha

Tutor: Alexandre Santos de la Vega

Niterói – RJ  
Agosto / 2014

---

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Materiais utilizados</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Instruções para confecção</b>	<b>8</b>
3.1	Desenhando o circuito . . . . .	8
3.2	Imprimindo o circuito . . . . .	10
3.3	Passando o circuito para a placa . . . . .	11
3.4	Retirando o papel . . . . .	12
3.5	Corroendo a placa . . . . .	13
3.6	Retirando o <i>toner</i> da placa . . . . .	14
3.7	Perfurando . . . . .	15
3.8	Procedimentos finais . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Realização de testes</b>	<b>18</b>
4.1	Programando o arduino . . . . .	19
4.2	Montando o circuito . . . . .	19

## Lista de Figuras

1	Imagem dos materiais necessários para confecção de placas de circuito impresso .	6
2	Imagem dos componentes necessários para confecção do módulo relé . . . . .	7
3	Esquema do módulo relé . . . . .	8
4	Impressão do circuito . . . . .	10
5	Estampando o circuito na placa . . . . .	11
6	Submergindo a placa em água para a retirada do papel . . . . .	12
7	Procedimento para corrosão da placa . . . . .	13
8	Procedimento para retirada do <i>toner</i> . . . . .	14
9	Procedimento para perfuração da placa de circuito impresso . . . . .	15
10	Suporte para placa de circuito impresso . . . . .	16
11	Encaixe dos componentes e procedimento de soldagem . . . . .	17
12	Componentes necessários para realização do teste . . . . .	18
13	Procedimento para montagem do circuito teste . . . . .	20
14	Conectando o módulo ao Arduino . . . . .	21
15	Testando o módulo relé . . . . .	22

## Lista de Tabelas

1	Materiais necessários para confecção de placas de circuito impresso . . . . .	5
2	Componentes necessários para confecção do módulo Relé . . . . .	7
3	Componentes necessários para realização do teste . . . . .	18

## 1 Introdução

Este documento surgiu da necessidade de um método prático, de baixo custo, para confecção de circuitos elétricos em projetos realizados no grupo PET-Tele. Esta técnica já foi utilizada em diversos projetos desenvolvidos pelo grupo. Entre eles, podemos citar, os shields para a plataforma Arduino utilizados na matéria optativa "Tópicos especiais em eletrônica II". Pode-se citar também o projeto "Controle de acesso RFID" utilizando a carteirinha estudantil da Universidade Federal Fluminense para acesso a sala do grupo.

Para o desenho do diagrama e do *Layout* do circuito recomenda-se softwares específicos como *EAGLE*, *OrCAD*, *Express PCB* ou o que melhor convir. Neste tutorial já serão apresentados o diagrama e o *Layout* do módulo relé utilizado para acionar de cargas que utilizem tensão de alimentação de 110 V ou 220 V. Este circuito é comumente utilizado em projetos de acionamento de lâmpadas que utilizam o Arduino como plataforma de controle. Para o desenho do circuito foi utilizado o a versão gratuita do programa *CadSoft EAGLE PCB Design Software* que pode ser encontrado no [site oficial](http://www.cadsoftusa.com)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>[www.cadsoftusa.com](http://www.cadsoftusa.com) , acessado em 22/09/2014.‘

## 2 Materiais utilizados

Na Tabela 1 encontram-se listados os materiais necessários para confecção do circuito impresso. Logo a seguir, na Figura 1, temos respectivas imagens dos materiais utilizados. Na Tabela 2 listamos os componentes necessários para confecção do módulo relé e na Figura 4 temos as respectivas imagens destes componentes.

Quantidade	Material
1	Brocas para circuito impresso
1	Esponja de aço
1	Folha de papel <i>Glossy Paper</i>
1	Ferro de solda
1	Ferro de passar roupas
1	Impressora a Laser ou XEROX
1	Micro Retífica
1	Placa de fenolite virgem
1	Percloroeto de ferro
1	Solda
1	Suporte para placa de circuito impresso
1	Tesoura
1	Vasilhas Plásticas ou garrafas PET

Tabela 1: Materiais necessários para confecção de placas de circuito impresso



(a) Placa de fenolite



(b) Percloroeto de ferro



(c) Micro retificadora



(d) Brocas para circuito impresso



(e) Papel *glossy paper*



(f) Esponja de aço



(g) Ferro de passar roupas



(h) Vasilha plástica



(i) Impressora à laser



(j) Suporte para placa de circuito impresso



(k) Ferro de solda



(l) Solda

Figura 1: Imagem dos materiais necessários para confecção de placas de circuito impresso

Quantidade	Material
1	Barra de Pino 1x20 MCI Fêmea
1	Borne 3 vias KRE-3
1	Diodo 1N4007
1	LED Verde 5 mm
1	Relé 5 Vdc 125Vac 10A
1	Resistor 1k $\Omega$
1	Resistor 470 $\Omega$
1	Transistor BC337

Tabela 2: Componentes necessários para confecção do módulo Relé



Figura 2: Imagem dos componentes necessários para confecção do módulo relé

## 3 Instruções para confecção

### 3.1 Desenhando o circuito

Para desenhar o circuito *softwares* específicos podem ser utilizados. Vários podem ser encontrados no mercado. O circuito impresso utilizado como exemplo neste tutorial foi desenhado através a versão gratuita do software *Eagle*.

Como este tutorial tem como foco a técnica de confecção artesanal de circuitos impressos, e não aborda o uso do *softwares* para desenho dos mesmos, iremos utilizar como exemplo o circuito de acionamento de um relé cujo diagrama é apresentado na Figura 3. Na página 9 temos o *layout* deste circuito. Esta página pode ser impressa e utilizada para confecção de um módulo relé seguindo os passos deste tutorial.

Para maiores informações sobre como utilizar o software *Eagle* aconselha-se um estudo mais aprofundado através de tutoriais presentes na rede ou até mesmo vídeo aulas em canais de comunicação como o *Youtube*.

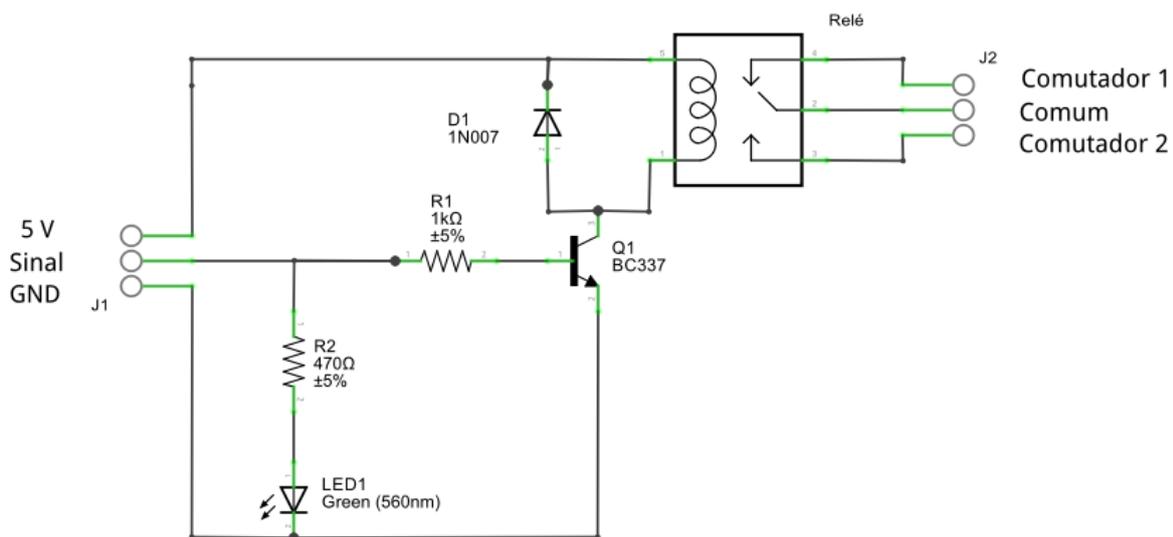
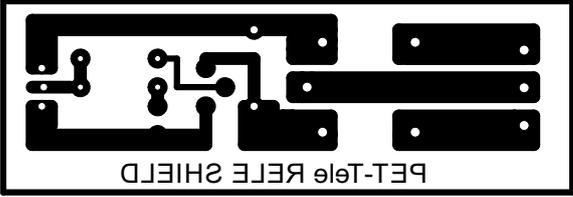


Figura 3: Esquema do módulo relé



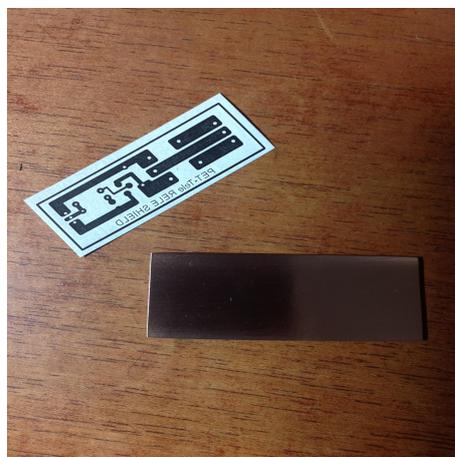
### 3.2 Imprimindo o circuito

Após o desenho da *PCB* realizamos sua impressão através de uma impressora *laser* em papel *glossy paper*(papel fotográfico). A impressão a *laser* se torna necessária pois utiliza pó *toner*.

Quando se aquece o papel sobre a placa de fenolite virgem este *toner* se adere a mesma demarcando as trilhas do circuito. Já o papel *glossy paper* é utilizado por possuir uma película transparente e brilhante em uma de suas faces, possibilitando a transferência do *toner* para a placa de fenolite.

(a) Impressora a *laser*(b) Papel *glossy paper* impresso

(c) Recorte do circuito



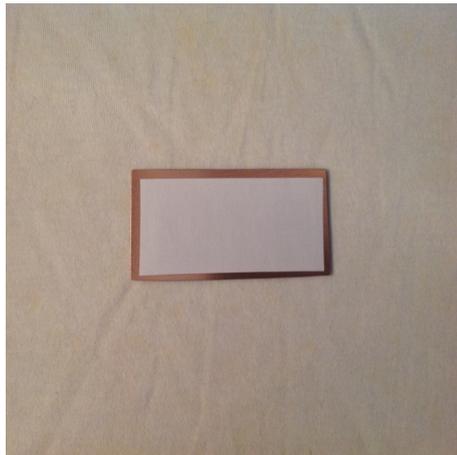
(d) Recorte e placa de fenolite

Figura 4: Impressão do circuito

### 3.3 Passando o circuito para a placa

Para passarmos o circuito para placa utiliza-se um ferro de passar roupa. Corta-se o papel *glossy paper* no tamanho da placa e posiciona-se a parte brilhante do papel sobre a parte de cobre da placa de fenolite.

Logo após, já com o ferro aquecido, coloca-se o mesmo sobre o papel e a placa de fenolite pressionando-os por aproximadamente 5 minutos. Realiza-se leves movimentos circulares abrangendo toda a área da placa para melhor aderência do *toner*. Após os 5 minutos já podemos realizar a retirada do papel.



(a) Papel *glossy paper* sobre a placa de fenolite



(b) Iniciando o processo de aquecimento



(c) Ferro já quente sobre a placa



(d) Aplicando pressão sobre a placa

Figura 5: Estampando o circuito na placa

### 3.4 Retirando o papel

Retira-se o papel submergindo a placa de fenolite, já com o papel aderido, em uma vasilha com água. Deixa-se a placa sob submersão até que o papel se amoleça.

Já com o papel amolecido retira-se o papel com o auxílio dos dedos em movimentos circulares, com cuidado para que não danifique as trilhas.

Retira-se assim todo o papel. Caso haja alguma sobra entre as trilhas pode-se utilizar uma agulha para retirada do mesmo.



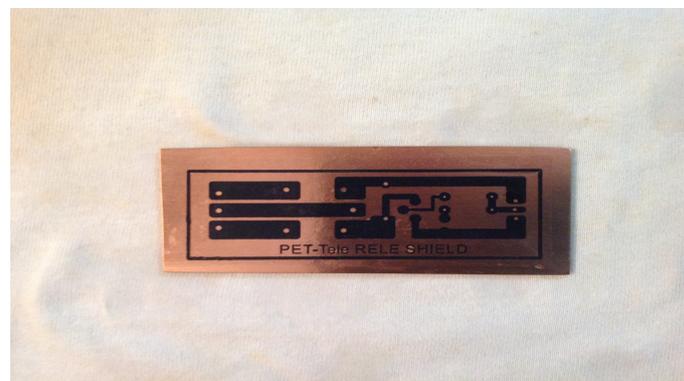
(a) Submergindo o papel em água

(b) Papel amolecido



(c) Retirando o papel com os dedos

(d) Retirando o papel com os dedos

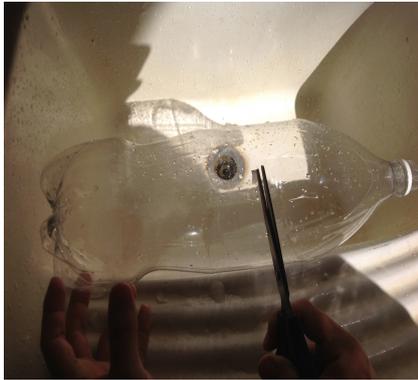


(e) Resultado final

Figura 6: Submergindo a placa em água para a retirada do papel

### 3.5 Corroendo a placa

Já com as trilhas devidamente marcadas submerje-se a placa no percloroeto deixando-a descansar até que o cobre seja totalmente corroído. O processo resulta com a placa somente com as trilhas do circuito demarcadas pelo *toner* e pode ser visualizado na Figura 7.



(a) Cortando a garrafa PET



(b) Vasilha e percloroeto



(c) Derramando o percloroeto



(d) Percloroeto na vasilha



(e) Submergindo a placa



(f) Processo de corrosão



(g) Resultado final após alguns minutos

Figura 7: Procedimento para corrosão da placa

### 3.6 Retirando o *toner* da placa

Retira-se o *toner* utilizando uma esponja de aço. Esfrega-se a esponja sobre a placa em movimentos circulares retirando toda a tinta preta presente sobre as trilhas até que as mesmas fiquem brilhantes, cor de cobre. Podemos ver o resultado do processo na Figura 8.



(a) Placa já corroida e esponja de aço

(b) Esfregando a esponja o *toner* sai(c) *toner* retirado

(d) Resultado final

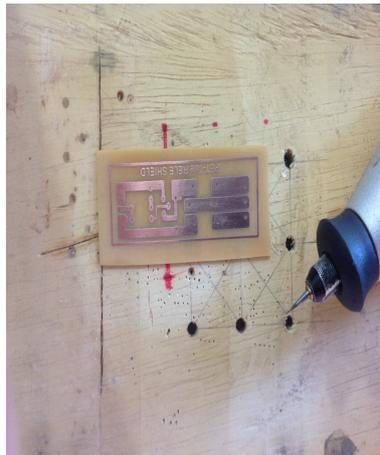
Figura 8: Procedimento para retirada do *toner*

### 3.7 Perfurando

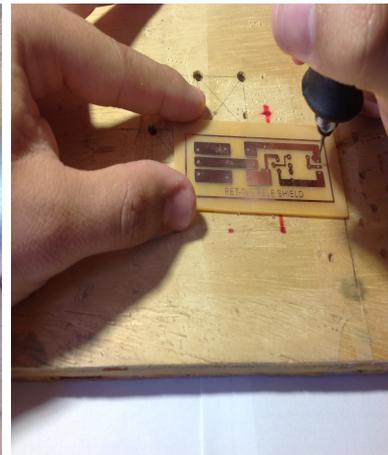
Com o auxílio de uma micro-retífica ou um perfurador de placas de circuito impresso perfura-se as ilhas do circuito utilizando brocas apropriadas. Para perfuração utiliza-se brocas de diversos diâmetros. Entre os mais utilizados podemos citar 0.7mm, 0.8 mm e 1.0 mm. As brocas devem ser escolhidas de acordo com os diâmetros dos pinos dos componentes que serão utilizados.



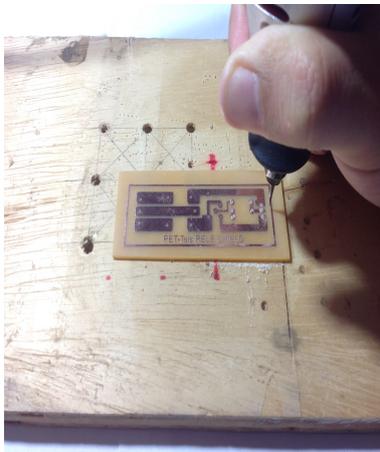
(a) Brocas para perfuração



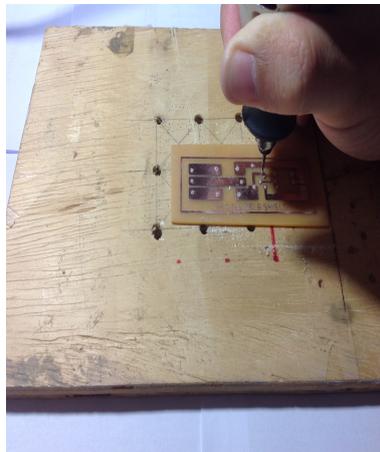
(b) Iniciando o processo de perfuração



(c) Processo de perfuração



(d) processo de perfuração



(e) processo de perfuração



(f) Resultado final

Figura 9: Procedimento para perfuração da placa de circuito impresso

### 3.8 Procedimentos finais

Com a placa já perfurada pode-se realizar o encaixe dos componentes e iniciar-se o procedimento de soldagem. Para este processo aconselha-se o uso de um suporte como o da Figura 10, impossibilitando que a placa se movimente durante o processo e facilitando o mesmo.



Figura 10: Suporte para placa de circuito impresso

O resultado final deste tutorial pode ser visto na figura Figura 11. A primeira com os componentes encaixados na placa e a seguinte com os mesmos já soldados.

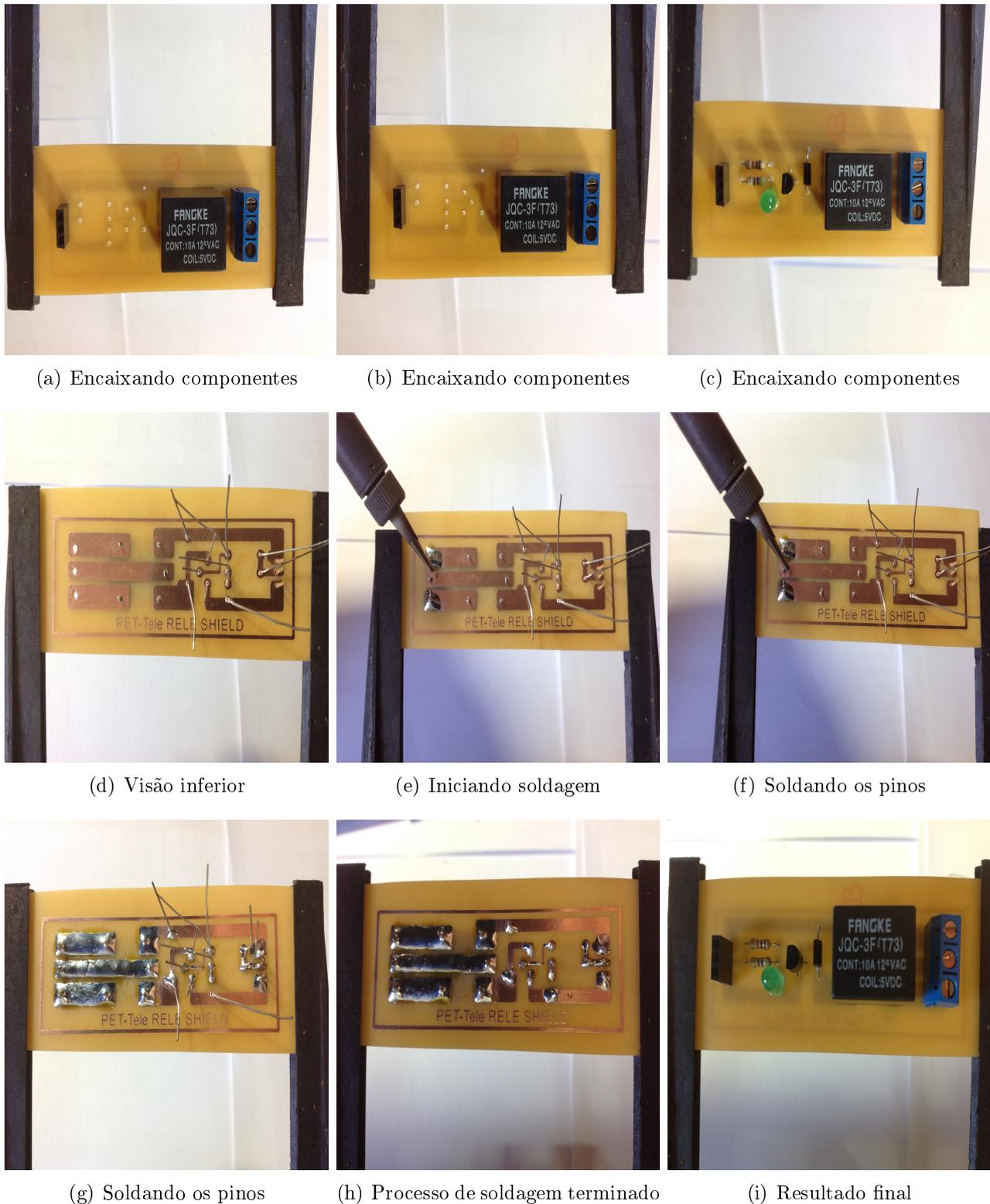


Figura 11: Encaixe dos componentes e procedimento de soldagem

## 4 Realização de testes

A fim de realizar testes com o módulo produzido por este tutorial utilizaremos um Arduino Uno como atuador e uma lâmpada como carga. Programaremos a plataforma com o código *Blink*. Neste código demonstrativo, o Arduino fará a lâmpada ficar acesa por um segundo e, em seguida, apagada por um segundo, continuamente, simulando um efeito pisca alerta. Para realizarmos o teste precisaremos dos materiais listados na Tabela 3

Quantidade	Material
1	Arduino Uno ou versão similar
1	Bocal para lâmpada 127v 15W
1	Lâmpada 127v 15W
1	Fio paralelo 4 mm
1	Tomada macho
1	Jumpers

Tabela 3: Componentes necessários para realização do teste



Figura 12: Componentes necessários para realização do teste

## 4.1 Programando o arduino

Para programarmos a plataforma utilizaremos o código *Blink* a seguir. Para maiores informações sobre como realizar a programação da plataforma indicamos a leitura da apostila "*Tutorial sobre introdução ao Arduino*" disponível para *download* gratuito no site:

[http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut\\_Arduino.pdf](http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut_Arduino.pdf)

```
/*
  Blink
  Turns on an Lamp on for one second, then off for one second, repeatedly.

  This example code is in the public domain.
  */

void setup() {
  pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(10, HIGH); // set the Lamp on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(10, LOW); // set the Lamp off
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

## 4.2 Montando o circuito

Para montagem do circuito da lâmpada conectamos as duas pontas de um dos lados do fio no bocal onde a lâmpada será enroscada. As duas pontas restantes, do outro lado do fio, são ligadas à tomada macho. Feito isso cortamos um dos segmentos do fio que liga a tomada macho ao bocal ficando assim com duas pontas. Uma das pontas ligamos à entrada comum do módulo reé e a outra ponta ligamos a outra entrada do módulo. A montagem é ilustrada sequencialmente pela Figura 13.

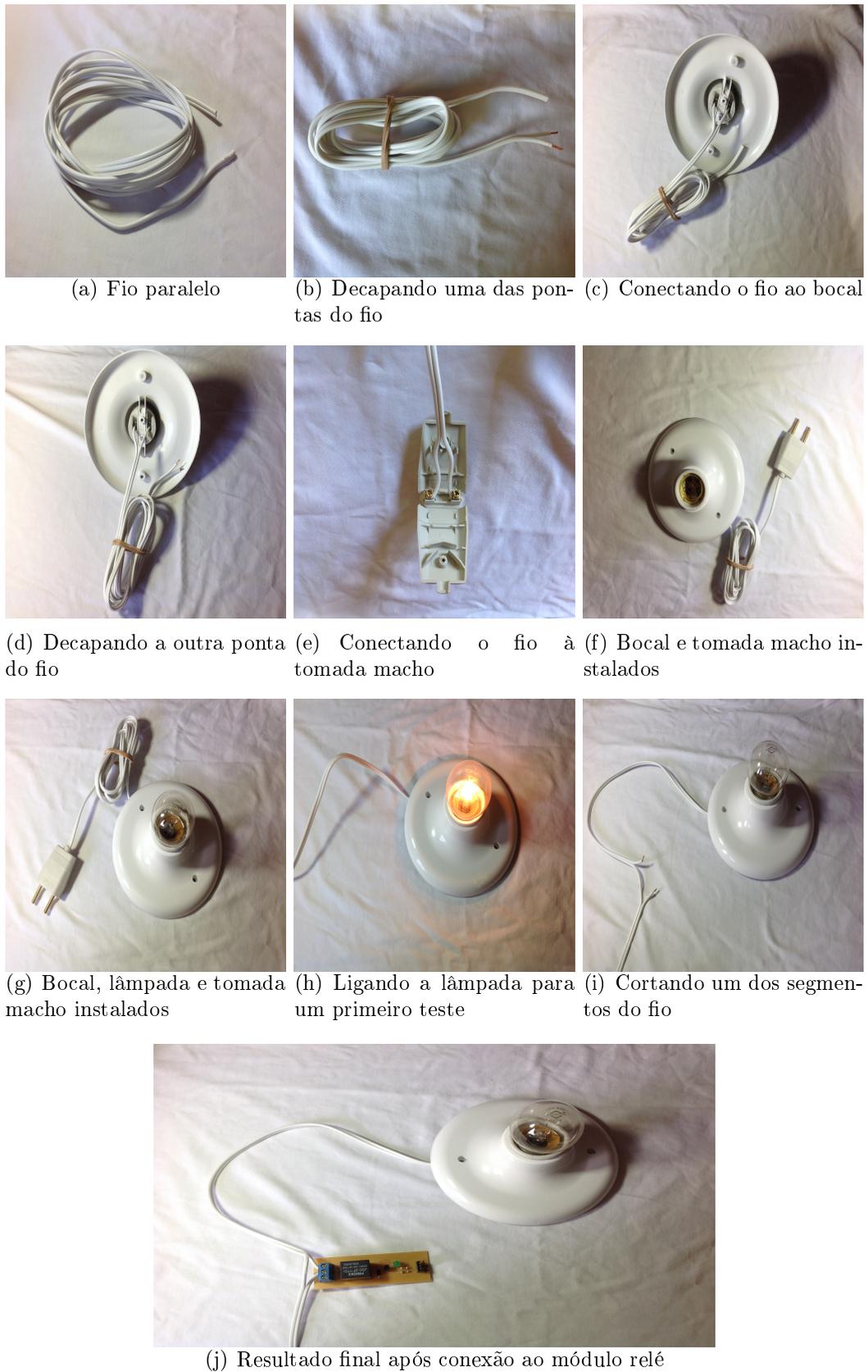


Figura 13: Procedimento para montagem do circuito teste

Já com o circuito montado pode-se fazer a conexão do jumper no pino 10 do Arduino à entrada de controle do módulo. Sequencialmente conectamos o pino GND da plataforma ao GND do módulo e o +5 v da plataforma ao +5 v do módulo. O resultado da montagem pode ser visto na Figura 14.



(a) Circuito teste e Arduino



(b) Conectando os jumpers



(c) Resultado final

Figura 14: Conectando o módulo ao Arduino

Feitas as montagens necessárias, agora, basta energizarmos o circuito da lâmpada ligando a tomada macho à uma tomada 127v e ligando o Arduino a uma entrada USB ou a uma fonte de alimentação adequada. Após estes procedimentos podemos observar o efeito pisca alerta desejado.

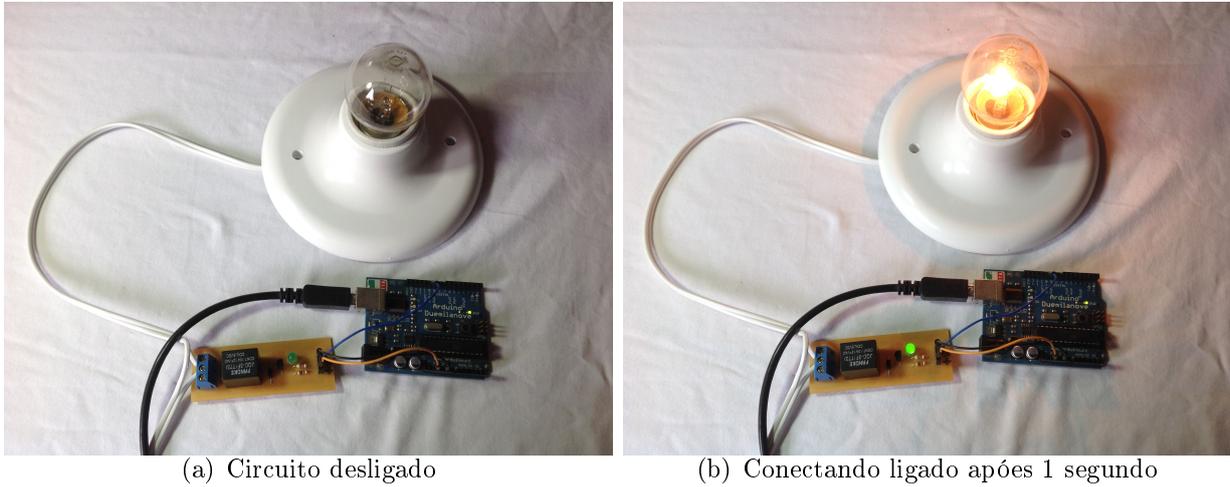


Figura 15: Testando o módulo relé