

MATERIAL SUPLEMENTAR

Um *spin coater* artesanal baseado em lixo eletrônico: uma alternativa versátil e de baixo custo

Sirlon F. Blaskievicz, Leandro Luiz Soares e Lucia Helena Mascaro*, 

Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, 13565-905 São Carlos – SP, Brasil

*e-mail: lmascaro@ufscar.br

ORCID – Lucia Helena Mascaro: <https://orcid.org/0000-0001-6908-1097>

CÓDIGO DE PROGRAMAÇÃO UTILIZADO PARA O CONTROLE DO *SPIN COATER* ARTESANAL

```
#include <LiquidCrystal.h> //Carrega a função de mostrar mensagens no visor de LCD
//LiquidCrystal lcd(8,9,4,5,6,7);
LiquidCrystal lcd(12,3,4,5,6,7);
// Mensagem que aparece ao ligar o equipamento
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(4,0); // mensagem inicial coluna 5 linha 1
  lcd.print("Insira a mensagem 1");
  lcd.setCursor(2,1); // mensagem inicial coluna 3 linha 2
  lcd.print("Insira a mensagem 2");
  delay(2000); //Tempo que a mensagem será exibida em milissegundos
  lcd.clear();
  delay(500);
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(2),ext_int,RISING);
  rev=0;
  sei();
  setupTimer2();
}

//cronometro
int estado_btnplay;
int estado_btnstop;

unsigned long tempo;
unsigned long tempo_play = 0;
unsigned long tempo_stop;
unsigned long tempo_segundo;
```

```

int controle = 1;

// Alterar o endereço conforme modulo I2C
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);

void setup()
{
  pinMode(BTN_PLAY, INPUT_PULLUP);
  pinMode(BTN_STOP, INPUT_PULLUP);

  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Tec Dicas");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Cronometro");
  delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("PLAY p/ iniciar");
}

void loop()
{
  estado_btnplay = digitalRead (BTN_PLAY);
  estado_btnstop = digitalRead (BTN_STOP);

  if ((estado_btnplay == LOW) && (controle < 2))
  {
    tempo = millis();
    controle = 0;
  }
  if ((estado_btnplay == LOW) && (controle == 2))
  {
    controle = 0;
  }
}

```

```

}
if (controle == 0)
{
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TEMPO (segundo)");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("PLAY!  ");
    tempo_play = millis() - tempo;
    tempo_segundo = tempo_play / 1000;
    if (tempo_segundo <= 9)
    {
        lcd.setCursor(12, 1);
        lcd.print(" ");
        lcd.print(tempo_segundo);
    }
    if ((tempo_segundo > 9) && (tempo_segundo <= 99))
    {
        lcd.setCursor(12, 1);
        lcd.print(" ");
        lcd.print(tempo_segundo);
    }
    if ((tempo_segundo > 99) && (tempo_segundo <= 999))
    {
        lcd.setCursor(12, 1);
        lcd.print(" ");
        lcd.print(tempo_segundo);
    }
    if ((tempo_segundo > 999) && (tempo_segundo <= 9999))
    {
        lcd.setCursor(12, 1);
        lcd.print(tempo_segundo);
    }
}
if (estado_btnstop == LOW)

```

```

{
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("TEMPO (milliseg)");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("STOP!  ");
    if ((tempo_play > 9) && (tempo_play <= 99))
    {
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print("  ");
        lcd.print(tempo_play);
    }
    if ((tempo_play > 99) && (tempo_play <= 999))
    {
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print("   ");
        lcd.print(tempo_play);
    }
    if ((tempo_play > 999) && (tempo_play <= 9999))
    {
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print("    ");
        lcd.print(tempo_play);
    }
    if ((tempo_play > 9999) && (tempo_play <= 99999))
    {
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print("     ");
        lcd.print(tempo_play);
    }
    if ((tempo_play > 99999) && (tempo_play <= 999999))
    {
        lcd.setCursor(9, 1);
        lcd.print("      ");
        lcd.print(tempo_play);
    }

```

```

}
if ((tempo_play > 999999) && (tempo_play <= 99999999))
{
    lcd.setCursor(9, 1);
    lcd.print(tempo_play);
}
controle = 2;
}
}

```

```
//tacometro
```

```
#define sensor 2 // Define o pino do sensor
```

```
#define led 13 // Define o pino do LED
```

```

ISR(TIMER1_OVF_vect){
    elapsedmilisec++;
    if(elapsedmilisec == 1000){
        elapsedmilisec=0;
        elapsedSeconds++;
        if(elapsedSeconds == 59){
            elapsedSeconds=0;
            elapsedMinutes++;
            if(elapsedMinutes == 99){
                elapsedmilisec=0;
                elapsedSeconds=0;
                elapsedMinutes=0;
            }
        }
    }
    TCNT1H=0xC180 >> 8;
    TCNT1L=0xC180 & 0xff;
}

```

```

ISR(TIMER2_OVF_vect){
    counter++;
}

```

```

if(counter == 2000){
  noInterrupts();
  counter=0;
  rpm=(rev/1)*60;    //calcula o rpm com base no número de obstáculos
  rev=0;
  interrupts();
}
TCNT2=0x06;
}

```

CIRCUITO E FIAÇÃO

O design do circuito foi feito no software Fritzing versão 0.9.3b, o software está disponível no seguinte link: <https://fritzing.org/download>

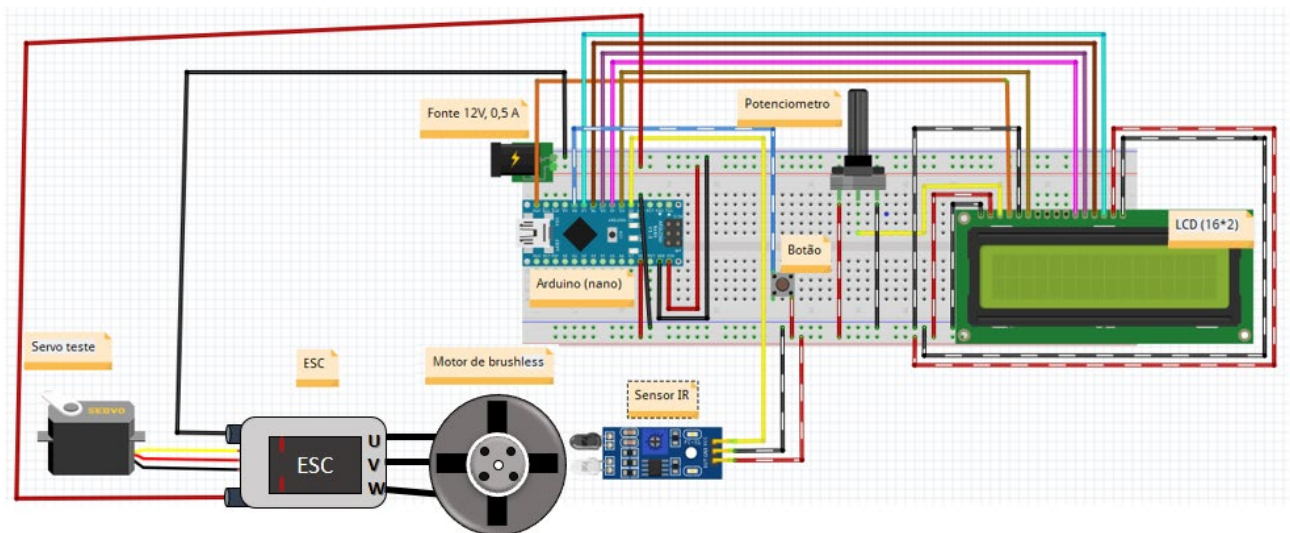


Figura 1S. Ilustração do design da fiação do spin-coater

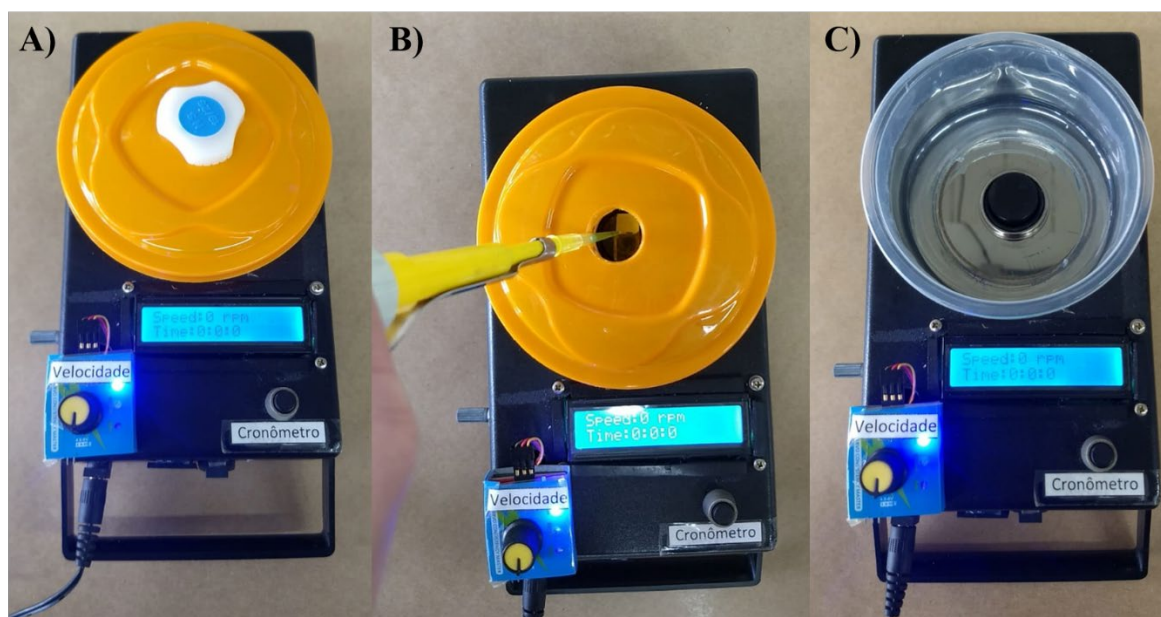


Figura 2S. Fotos do spin coating após montagem: A) Totalmente tampado, B) Sem a tampa para injeção e C) Totalmente sem tampa

Tabela 1S. Conexões utilizadas entre o Arduino e os componentes eletrônicos

Pino D12 (arduino)	Pino 4º do LCD (RS)
Pino D8 (arduino)	Botão
Pino D7 (arduino)	Pino 14º do LCD (D7)
Pino D6 (arduino)	Pino 13º do LCD (D6)
Pino D5 (arduino)	Pino 12º do LCD (D5)
Pino D4 (arduino)	Pino 11º do LCD (D4)
Pino D3 (arduino)	Pino 6º do LCD (E)
Pino D2 (arduino)	Pino D0 do Sensor
Pino GND (arduino/saída)	Pino GND do sensor
	Pino direito do potenciômetro
	Pino 1º do LCD (VSS)
	Pino 16º do LCD (BA)
Pino 5V (arduino/saída)	Pino VCC do Sensor
	Botão
	Pino esquerdo do potenciômetro
	Pino 2º do LCD (VDD)
	Pino 15º do LCD (BC)
Pino do meio do potenciômetro	Pino 3º do LCD (VE)

três fios do motor de HD	Três fios pretos do ESC (U,V,W)
Pino sinal (servo tester)	Fio amarelo do ESC
Pino positivo (servo tester)	Fio vermelho do ESC
Pino negativo (servo tester)	Fio marrom do ESC
Pino VIN (arduino/entrada)	Polo positivo Fonte 12V
Fio vermelho do ESC	Polo positivo Fonte 12V
Pino GND (arduino/entrada)	Polo negativo Fonte 12V
Fio preto do ESC	Polo negativo Fonte 12V

Tabela 2S. Materiais utilizados e custos

Material	Link de possível compra	Custo (US\$)	Frete (US\$)
Arduino Nano®	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1601360275-arduino-nano-_JM#position=5&type=item&tracking_id=f128124d-6a01-489b-bf33-cea12e7f4bf7	5.41	3.05
Hard disk	Usado	n/a	
LCD 16x2	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-706978725-display-lcd-16x2-1602-fundo-azul-arduino-_JM#position=4&type=item&tracking_id=0bf049f9-5236-4ab3-a2fe-3be33642ef00	4.50	1.60
sensor de IR TCRT5000	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-700329202-sensor-de-linha-infravermelho-ir-terc5000-codigo-arduino-_JM#position=1&type=item&tracking_id=778b24eb-5a01-4969-8abb-22479d707a48	1.98	1.60
ESC de 12A	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1721319367-esc-12a-hobbyking-afro-2s-a-4s-c-bec-05a-simonk-_JM#position=1&type=item&tracking_id=e4c39f1f-e60a-4d52-9640-fd4cf1b9076d	10.81	3.05
servo testador	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1315726108-servo-tester-para-servo-esc-motor-futaba-mm995-sg90-mg90-_JM#position=1&type=item&tracking_id=1d993fc7-b128-494d-a33d-5f1f45c58375	4,49	1,60
Fonte 12V, 0,5A	https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-833436312-fonte-estabilizada-bivolt-12v-05a-_JM#position=1&type=item&tracking_id=9579568c-7c58-4319-9990-4c8dfdf61d1	2.88	1.60