

Controle de acesso em laboratórios com MSP430 utilizando tecnologia RFID e um painel de senha

Mikhaelle de Carvalho Bueno
Universidade de Brasília,
Faculdade do Gama — UnB, FGA
Matrícula: 15/0018673
Email: mikhabueno@gmail.com

Matheus Moreira da Silva Vieira
Universidade de Brasília,
Faculdade do Gama — UnB, FGA
Matrícula: 14/0155546
Email: matheus.silvadf@gmail.com

Abstract—Este projeto visa criar um protótipo de controle de acesso aplicando sensores eletrônicos para proporcionar segurança e acesso restrito a locais que sejam necessário, como laboratórios, com auxílio do microcontrolador MSP430.

MSP430, microcontrolador, automação, RFID, controle de acesso.

I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

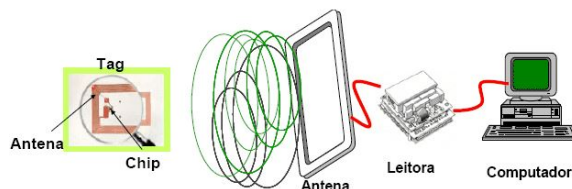
A. Tecnologia RFID

A tecnologia de identificação por radiofrequência, cuja a sigla em inglês é RFID (Radio frequency identification) utiliza de ondas de rádio para armazenar e transportar informações de forma automática, funcionando como um sistema de identificação (Glover e Batt, 2007).

Outros exemplos de tecnologias de identificação automática são: código de barras, sistemas de identificação biométrica (pela impressão digital, voz, geometria da mão e retina), cartões inteligentes de contato (smartcards) e reconhecimento óptico de caracteres.

Um sistema básico de RFID contém uma etiqueta, um leitor e um computador ou microcontrolador. Os dados armazenados na etiqueta são transportados ao leitor via onda magnética e é lido pelo software do computador ou microcontrolado.

Fig. 1. Funcionamento básico do sistema RFID



A maioria das etiquetas, também chamadas de tags ou transponders (transmissor e respondedor) são compostas por um chip muito pequeno de silício que armazena as informações e uma antena para recepção e emissão de sinal. Elas podem ser ativas, passivas ou semipassivas.

As etiquetas ativas utilizam de uma bateria para emitir o sinal e contém um alcance de leitura grande.

As etiquetas passivas utilizam da energia do leitor RFID para ativar suas transmissões. Essas etiquetas são mais baratas que as ativas, porém contém um alcance de leitura limitado.

As etiquetas semipassivas utilizam uma bateria para aumentar a resposta da etiqueta passiva.

A tecnologia RFID funciona com uma frequência entre 30 KHz e 5.8 GHz (LAHIRI, 2005) e com o desenvolvimento da tecnologia foi estabelecida algumas faixas mais comuns que são de: 125/134 kHz, 13,56 MHz, 860-960 MHz e 2,4-2,45 GHz. Leitoras e tags abaixo da faixa de 135 KHz são normalmente utilizadas em identificação animal, automação industrial e controle de acesso. Em 13,56 Hz são utilizadas para cartão de crédito e fidelidade, controle de acesso, combate a falsificação, rastreamento de item, prateleiras inteligentes e identificação e monitoração de pessoas. Entre 433 MHz e 860-930 MHz é normalmente utilizado em cadeias de suprimento e logística e as de microondas são comumente utilizadas em controle de acesso, pedágios e automação industrial (Souza, 2010).

As antenas e leitores, também chamados de "interrogador", emitem sinais de rádios que ativam as etiquetas RFID e leem e gravam dados, são de vários tamanhos e possuem variados alcances de leitura.

B. Fechaduras eletrônicas no mercado que utilizam RFID

Já existem inúmeras fechaduras eletrônica no mercado que utilizam da tecnologia RFID para controle de acesso. A seguir serão listadas três exemplos (figura 2, 3 e 4).

Fig. 2. Exemplo de fechadura eletrônica RFID da Intelbras



Fig. 3. Exemplo de fechadura eletrônica RFID da Protection



Fig. 4. Exemplo de fechadura eletrônica RFID da Samsung



II. JUSTIFICATIVA

Após o caso da aluna da UnB Louise, que foi morta dentro de um laboratório da UnB ficou clara a necessidade de se ter um acesso restrito de pessoas a esses locais. O acesso apenas com o cartão ou uma senha seria uma proposta para dificultar casos como esses, porque eles restringem a passagem apenas a pessoas cadastradas.

Além de garantir a segurança dos usuários, também seria garantido a integridade dos componentes físicos do laboratório, evitando roubo ou a danificação de instrumentos, aparelhos ou produtos de grande valor comercial que só devem ser manipulados por pessoas capacitadas.

III. OBJETIVOS

- Garantir o acesso apenas a pessoas autorizadas
- Desbloquear a fechadura do laboratório com um cartão RFID
- Desbloquear a fechadura do laboratório com uma senha
- Avisar caso haja alguma tentativa de invasão
- Garantir a segurança aos usuários

IV. REQUISITOS

- Uso do launchpad MSP430;
- Controle da entrada restrito apenas a pessoas que devem ter acesso ao laboratório
- Garantir o acesso com Sensor e cartão RFID
- Garantir o acesso com senha
- Display para apresentação dos dados da pessoa;
- Fornecimento de 3.3 V, 5 V e 12 V para o sistema;
- Barulho sonoro que acionará caso haja muitas tentativas de uso errado de senha e cartão

V. BENEFÍCIOS

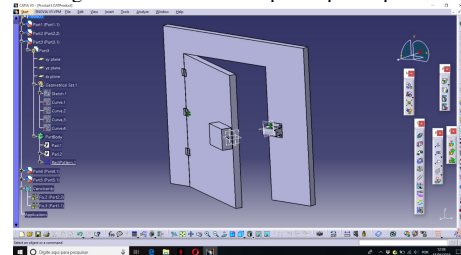
- Uso da opção *low-power mode* do MSP430 pode oferecer vantagem nos momentos em que não estiver sendo utilizado;
- Praticidade;
- Segurança aos laboratórios;
- Segurança aos usuários;
- Acesso restrito a pessoas.

VI. VISÃO GERAL DO SISTEMA

O sistema funcionará da seguinte forma: O cartão RFID será aproximado do leitor que identificará se o cartão consta na base de dados ou não. Caso sim, o usuário será identificado e terá seu nome mostrado no display e a porta destrancada. Não há necessidade de nenhum mecanismo eletrônico para fechar a porta, já que a própria configuração da trava permite o fechamento manual. Se o cartão passado for correto a porta destrancará, caso haja 4 tentativas de acesso inválido, um buzzer será acionado emitindo um som, funcionando como um alarme. Um botão é posto do outro lado da porta para a saída de pessoas, basta apertá-lo para destrancar a porta, além disso, do mesmo lado da porta, também haverá outro botão que para o funcionamento do buzzer. Esse processo estará melhor explicado no tópico de descrição de software e hardware.

O protótipo da porta será feito em miniatura de Madeira para ilustrar o funcionamento real do sistema. O desenho em 3D do projeto da estrutura está ilustrado a seguir.

Fig. 5. Desenho 3D do protótipo da porta



1) Lista de componentes necessários:

- MSP-EXP430G2553LP;
- Módulo RFID- RC522;
- Relê 12V;
- Buzzer;
- Display de Cristal líquido 16x2
- Módulo I2C

- Trava solenóide;
- Fontes de 3,3V e 12V.

A. Descrição do Hardware

Foi realizada a integração do RFID com o relê a trava solenóide, o lcd, buzzer e o botão e corrigido o bug da versão anterior, em que o cartão inválido também acionava a trava. O sistema se inicia em cerca de 1s e a partir de então é exibida uma mensagem de "aproxime o cartão" no display, quando o cartão é aproximado do leitor é feita a checagem se o cartão é válido ou não, caso seja válido o nome da pessoa relacionada ao cartão é exibido no display junto de uma mensagem de bem vindo o buzzer faz um "bip" e a trava é acionada, caso o cartão seja inválido a mensagem aparecida é de cartão inválido e o buzzer dá dois bips e a trava continua trancada.

Foi utilizado um botão da própria placa para simular o botão que vai fazer a abertura da porta pelo lado de dentro do local. O LCD está operando corretamente quando os cartões são passados, no entanto, quando o botão é acionado o LCD começa a mostrar caracteres aleatórios, bug esse que vai ser corrigido para o projeto final. E na figura a seguir podemos ter uma breve noção de como ficará a montagem de todos os componentes, com uma versão atualizada da apresentada no ponto de controle 3. Uma breve descrição de cada componente também será apresentada a seguir.

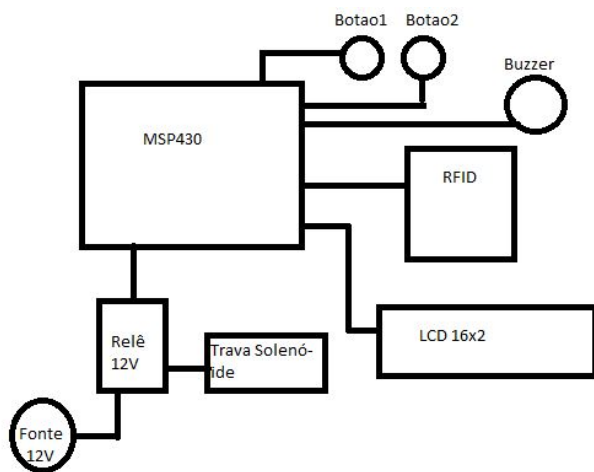


Fig. 6. Diagrama de Blocos do sistema.

- **MSP-EXP430G2553LP:** Apenas uma MSP será necessário, com a retirada do teclado matricial do escopo do projeto. Ela controlará todos os componentes eletrônicos do projeto, sendo responsável pelo processamento dos dados e as tomadas de decisões.
- **RFID RC522:** O RFID servirá para fazer o controle de acesso através das tags do cartões. As tags serão indentificadas como válidas ou inválidas. A MSP430 contem a biblioteca SPI.h que realiza comunicação UART, porém não tem um biblioteca para o RC522, então foi necessário adicionar esse biblioteca manualmente na pasta library da

energia para que o RFID funcionasse[8]. As ligações na placa MSP430 estão ilustradas na figura 6.

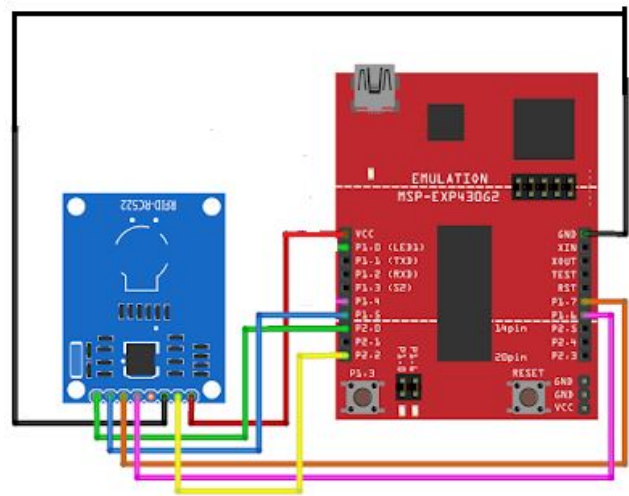


Fig. 7. Ligação do RFID a MSP430.

- **Buzzer :** O Buzzer é acionado por meio segundo dando um bip quando o cartão é valido, e por meio segundo dando dois bips quando o cartão é inválido, além disso o buzzer será acionado por 5s, quando houver mais de 4 tentativas de passar um cartão inválido.
- **Display de Cristal Líquido:** Pode ser facilmente implementada no MSP430 utilizando algoritmos disponíveis na documentação do fabricante[6][7]. O display será utilizado para exibir as mensagens:
 - "Aproxime o cartão", enquanto o programa espera que um cartão seja aproximado;
 - "Bem vindo !, fulano", quando o cartão é tido válido;
 - "Cartão inválido", quando o cartão é inválido.
- **Trava Solenóide e Relê:** O Relê é um interruptor eletromecânico. A movimentação física deste interruptor ocorre quando a corrente elétrica percorre as espiras da bobina do relê, criando assim um campo magnético que por sua vez atrai a alavanca responsável pela mudança do estado dos contatos. Ele será necessário para controlar a valvula porque ela opera com 12V de tensão. A trava solenóide tem um funcionamento simples, ela em nível lógico baixo fica fechada e não consome energia e quando excitada com uma tensão de 12V uma mola interna puxa a trava, abrindo a porta. A porta será aberta apenas quando o cartão foi válido. O único problema é que ela utiliza uma voltagem de 12V o que fará necessário uma fonte de 12v, e um relê. O sinal da MSP é enviado pelo pino IN do relê e quando está em nível logico alto, a trava do relê se fecha e a trava solenóide é energizada.
- **Display:** O display tem os pinos com a disposição da imagem 7 e será ligado as placas obedecendo as seguintes conexões:
- **Código:**

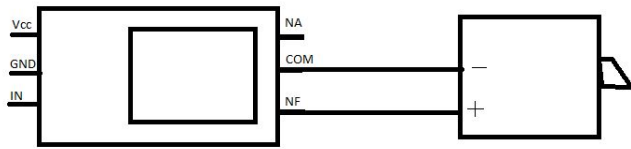


Fig. 8. Ligação do RFID a MSP430.

MSP430 LaunchPads	RFID Module
TP1	Vcc (+5 v)
TP3	Vss (Gnd)
P2_4	EN
P2_3	RS
P2_1	D4
P1_4	D5
P2_7	D6
P2_6	D7
P1_0	D4
P1_1	D5
P1_2	D6
P1_3	D7
P1_4	EN
P1_5	RS
Gnd	RW
Gnd	Vee / Vdd
Gnd	K (LED-)
Vcc	A (LED+) +5V for Backlight

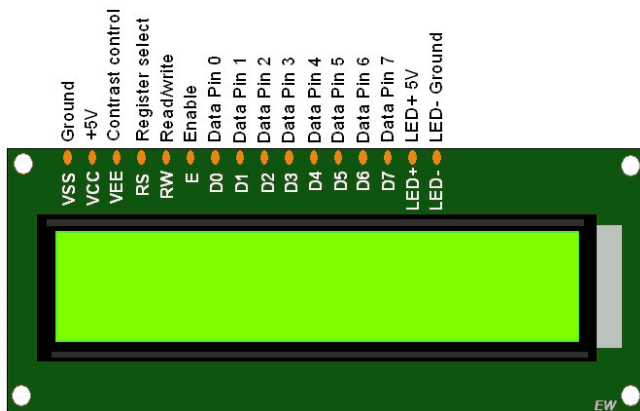


Fig. 9. Pinos display.

B. Descrição do Software

Para melhor ilustrar o caminho lógico deste sistema, foi construído um Diagrama Lógico na imagem 8.

O sistema deverá executar os seguintes passos:

- Realizar a leitura dos dados do cartão pelo sensor RFID RC22 e recebidos via comunicação UART
- Verificar se o cartão é válido ou não.
- Se o cartão for válido o buzzer dará um bip, a trava será desbloqueada e o display mostrará a mensagem " Bem vindo, Fulano".
- Se o cartão foi inválido o buzzer dará três "bips" e o display mostrará a mensagem " Cartão Inválido"

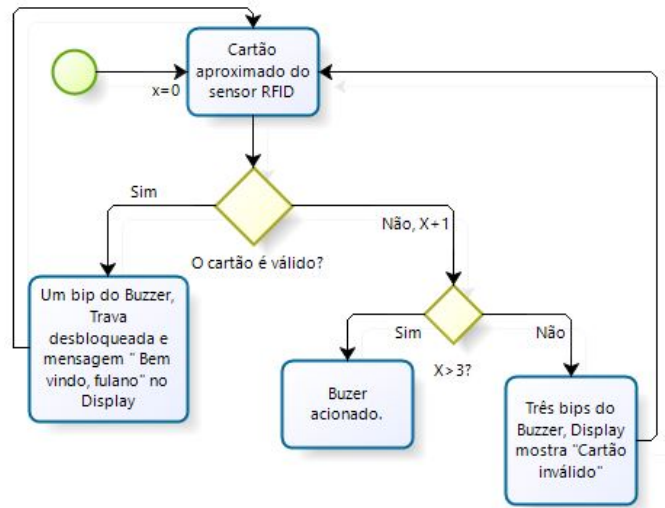


Fig. 10. Diagrama do Software.

- Haverá um contador que caso exeda três tentativas de leitura do cartão errada, o buzzer será acionado interrompamente.

VII. RESULTADOS

O RFID RC522 funciona de maneira impressionante, printando o número serial do cartão e a pessoa a qual ele pertence (Figura 9). O Display está printando uma mensagem fixa de "Bem vinda, Mikhaelle" (Figura 10) e a trava está abrindo e fechando. O buzzer também foi testado no conjunto do projeto. Falta a implementação do botão externo à MSP. Atualmente integrado, está o cartão RFID, com a trava, o relé o buzzer e o display. O sistema funciona perfeitamente e o bug encontrado quando o cartão é inválido foi corrigido. O LCD opera de forma correta, porém é necessário corrigir um erro quando o botão de destravamento da porta pelo lado de dentro é acionado.

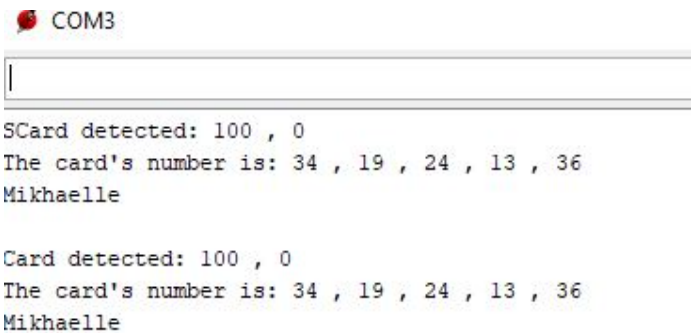


Fig. 11. Dados do cartão.



Fig. 12. Resultado de teste de ripple com 50 kHz.

VIII. CONCLUSÕES

Por fim, até a data de redação deste relatório o projeto está quase todo integrado porém, todos os componentes individuais estão testados. Como melhorias podemos elencar:

- Aprendizado de instanciação de novas bibliotecas na MSP430;
- Melhora no aprendizado teórico da disciplina;
- Melhora no entendimento do Hardware da MSP430;
- Correção do erro na implementação do Display;
- Aprendizado da migração das bibliotecas do energia para a linguagem C;
- Implementação de uma forma de cadastrar novos usuários;

Os conhecimentos adquiridos até agora serão utilizados na próxima etapa em que os componentes serão juntados, a porta será feita e a lógica geral do software implementado com mais eficiência.

REFERENCES

- [1] GLOVER, B.; BHATT, H. Fundamentos de RFID. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007. 228 pp.
- [2] LAHIRI, Sandip. RFID Sourcebook. IBM Press, 2005.
- [3] PULHLMANN, Embarcados. *Introdução à tecnologia de identificação RFID*. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/introducao-a-tecnologia-de-identificacao-rfid/>. Acesso em 03/04/2018.
- [4] *Fundamentos sobre RFID*; Revista IntraLOGISTICA. Disponível em: https://www.imam.com.br/consultoria/artigo/pdf/fundamentos_sobre_rfid.pdf. Acesso em 03/04/2018.
- [5] Sousa, M. F. "RFID e suas aplicações-um estudo de caso com prateleiras inteligentes." Livros Grátis, Setembro (2010).
- [6] *MSP430 Launchpad interface with 162 LCD Display*; Disponível em: <http://karuppuswamy.com/wordpress/2015/03/12/msp430-launchpad-interface-with-16x2-lcd-display/>. Acesso em 01/05/2018.
- [7] *162 LCD interfacing in 4 bit mode*; Disponível em: <https://learningmsp430.wordpress.com/2013/11/16/16x2-lcd-interfacing-in-4-bit-mode/>. Acesso em 01/05/2018.
- [8] *CardReaderRFIDRC522*; Disponível em: https://github.com/fmilburn3/CardReader_RFID_RC522. Acesso em 01/05/2018.

ANEXOS

• Código do sistema

```

1  /* Pin Connections RFID
2  =====
3  RFID Module      MSP430 LaunchPads
4
5  Pin 1  (SDA)      Pin 8  (CS)
6  Pin 2  (SCK)      Pin 7  (SCK)
7  Pin 3  (MOSI)     Pin 15 (MOSI)
8  Pin 4  (MISO)     Pin 14 (MISO)
9  Pin 5  (IRQ)      Not connected
10 Pin 6  (GND)       GND
11 Pin 7  (RST)      Pin 10
12 Pin 8  (3V3)      3V3
13
14 Pin Connections LCD
15 =====
16 Display Module    MSP430 LaunchPads
17
18 EN                P2_4
19 RS                P2_3
20 D4                P2_1
21 D5                P1_4
22 D6                P2_7
23 D7                P2_6
24 */
25 #include "Mfrc522.h"
26 #include "LiquidCrystal.h"
27 #include <SPI.h>
28
29 #define BUZZER 13 // Buzzer pino 13
30 #define TRAVA 3 // Trava pino 3
31 const int buttonPin = PUSH2; // bot o da placa
32
33 // Configura es do bot o para abrir a trava
34 int buttonState = 0; // Estado atual
35 // de leitura do bot o
36 LiquidCrystal lcd(P2_3, P2_4, P2_1, P1_4, P2_7,
37 P2_6); // Pinos do LCD
38
39 int CS = 8;
40 int NRSTDP = 5;
41 Mfrc522 Mfrc522(CS, NRSTDP);
42 unsigned char serNum[5];
43
44 void setup()
45 {
46   lcd.begin(16,2);
47   lcd.setCursor( 3 , 0 );
48   lcd.print("Iniciando o"); //
49   lcd.setCursor( 4 , 1 );
50   lcd.print("Sistema...");
51   delay(2000);
52   lcd.clear();
53
54   Serial.begin(9600);
55   Serial.println("Iniciando sistema...\n");
56
57   SPI.begin();
58   digitalWrite(CS, LOW); //
59   // Initialize the card reader
60   pinMode(RED_LED, OUTPUT); //
61   // Blink LED if card detected
62   pinMode(BUZZER, OUTPUT);
63   pinMode(TRAVA, OUTPUT);
64   pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); //
65   // Bot o do tipo pull-up normalmente 1
66   Mfrc522.Init();
67 }
68
69 void loop()

```

```

67 {
68
69   lcd.setCursor( 4 , 0 );
70   lcd.print("Aproxime"); //
71   lcd.setCursor( 4 , 1 );
72   lcd.print("o cartao");
73   delay(200);
74   digitalWrite(BUZZER, LOW);
75   digitalWrite(TRAVA, LOW);
76
77
78   buttonState = digitalRead(buttonPin);
79
80   if (buttonState == HIGH) {
81     // trava normalmente fechada
82     digitalWrite(TRAVA, LOW);
83   }
84   else {
85     // Quando bot o precionado a trava abre
86     digitalWrite(TRAVA, HIGH);
87   }
88
89
90
91   unsigned char status;
92   unsigned char str[MAX_LEN];
93
94   status = Mfrc522.Request(PICC_REQIDL, str);
95   if (status == MI_OK)
96   {
97     lcd.clear();
98     lcd.print("Cartao detectado");
99     delay(750);
100    lcd.clear();
101    Serial.print("Card detected: ");
102    Serial.print(str[0], BIN);
103    Serial.print(" , ");
104    Serial.print(str[1], BIN);
105    Serial.println("");
106  }
107
108  status = Mfrc522.Anticoll(str);
109  memcpy(serNum, str, 5);
110  if (status == MI_OK)
111  {
112    digitalWrite(RED_LED, HIGH); //
113    // Card or tag detected!
114    Serial.print("O numero do cartao e: ");
115    Serial.print(serNum[0]);
116    Serial.print(" , ");
117    Serial.print(serNum[1]);
118    Serial.print(" , ");
119    Serial.print(serNum[2]);
120    Serial.print(" , ");
121    Serial.print(serNum[3]);
122    Serial.print(" , ");
123    Serial.print(serNum[4]);
124    Serial.println("");
125
126    // Additional cards can be recognized by
127    // running the program and noting the 5 card
128    // specific numbers
129    // and then adding an "else if" statement below
130    .
131    if (serNum[0] == 34 && serNum[1] == 19 &&
132        serNum[2] == 24 && serNum[3] == 13 && serNum
133        [4] == 36)
134    {
135      // buzzer da um bip
136      digitalWrite(BUZZER, HIGH); //BUZZER
137      //liga se for cart o valido
138      delay(500);
139      digitalWrite(BUZZER, LOW); //Buzer
140      //desliga

```

```

133
134 //comando para o lcd
135 lcd.setCursor( 0 , 0 );
136 lcd.print("Bem Vinda!"); //
137 lcd.setCursor( 0 , 1 );
138 lcd.print("Mikhaelle Bueno");
139 delay(2000);
140 lcd.clear();
141
142 //abre trava
143 digitalWrite(TRAVA,HIGH); //trava abre
144 lcd.print("Acesso liberado!");
145 delay(200);
146 lcd.clear();
147 delay(1000);
148 Serial.println("Mikhaelle\n");
149 }
150 else if (serNum[0] == 122 && serNum[1] ==
207 && serNum[2] == 47 && serNum[3] == 48 &&
serNum[4] == 170)
151 {
152 //buzzer da um bip
153 digitalWrite(BUZZER, HIGH);
154 delay(500);
155 digitalWrite(BUZZER, LOW);
156
157 //comando para o lcd
158 lcd.setCursor( 0 , 0 );
159 lcd.print("Bem Vindo!"); //
160 lcd.setCursor( 0 , 1 );
161 lcd.print("Matheus Moreira");
162 delay(2000);
163 lcd.clear();
164
165 digitalWrite(TRAVA,HIGH);
166 lcd.print("Acesso liberado!");
167 delay(1000);
168 Serial.println("Matheus\n");
169 lcd.clear();
170 }
171 else
172 {
173 digitalWrite(TRAVA,LOW);
174 //Buzzer da dois bips
175 digitalWrite(BUZZER, HIGH);
176 delay(250);
177 digitalWrite(BUZZER, LOW);
178 delay(250);
179 digitalWrite(BUZZER, HIGH);
180 delay(250);
181 digitalWrite(BUZZER, LOW);
182 Serial.println("Cartao Invalido!\n");
183
184 //comando para o lcd
185 lcd.setCursor( 0 , 0 );
186 lcd.print("Cartao Invalido!"); //
187 lcd.setCursor( 0 , 1 );
188 lcd.print("Acesso negado!");
189 delay(2000);
190 lcd.clear();
191
192 }
193 delay(1000);
194 digitalWrite(RED_LED, LOW);
195 }
196 Mfrc522.Halt();
197 }
198
199
200

```