



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

CURSO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

## **Relatório Técnico**

**ELE1717 – Grupo 02 – Projeto – Problema 06**

ALISSON GABRIEL LUCAS DA SILVA

ERIKA COSTA ALVES

LEANDRO DE SOUZA RODRIGUES

MATEUS DE ASSIS SILVA

Natal, 12 de Março de 2021

# RESUMO

Os sistemas de segurança são de extrema importância para uma sociedade. Mesmo possuindo vários tipos e diversas finalidades, todos envolvem a captação e processamento de dados. Um desses dispositivos é chamado de “central digital de alarme”, capaz de detectar movimentos e acionar alarmes sonoros. Este relatório tem como objetivo mostrar como foi feito o desenvolvimento do projeto de uma central digital de alarme, baseada no microcontrolador (uC) AVR ATmega328P e associada a comunicação UART, serial e ISP. Neste relatório serão mostrados os componentes estudados a serem utilizados nesse projeto, de forma que o sistema de segurança funcione de forma esperada. Alguns dos componentes que serão descritos ao longo do relatório devem ser eficientes para haja uma boa interface homem-máquina bem como devem ser capazes de detectar movimentos de forma que o sistema funcione como esperado. Por fim, expõe-se as conclusões obtidas, as quais buscam comprovar o funcionamento do dispositivo sob os requisitos determinados.

**Palavras-chaves:** Central digital de alarmes; Sensor de movimento; Temporizador; Microcontrolador ATmega 328P; Matriz de botões.

# **Sumário**

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2 FUNCIONAMENTO</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Descrição do sistema</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Detalhes</b>	<b>6</b>
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>8</b>
3.1 Periféricos	8
3.1.1 LCD 16x2	8
3.1.1.1 Descrição das funções	10
3.1.1.2 Registradores de Instruções	10
3.1.1.3 Processo de escrita	11
3.1.2 Matriz de botões	12
3.1.3 MM74C922 - Encoder de Matriz 4x4	13
3.1.4 Sensor de movimento	15
3.1.5 LEDs	16
3.1.6 DS3234 (RTC)	17
3.1.7 Extensores de Portas	19
3.2 UART	21
3.3 Temporizadores	23
3.4 Pinagem	24
3.5 Clock	25
<b>4 MÁQUINA DE ESTADOS</b>	<b>26</b>
<b>5 FLUXOGRAMA</b>	<b>27</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO A – Relato semanal</b>	<b>35</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sistemas de segurança são de extrema importância de maneira geral para todos os indivíduos de uma sociedade. Esses sistemas foram desenvolvidos para auxiliar na segurança de pessoas, bens privados e até mesmo para garantir a segurança de locais como casas ou fábricas. Os equipamentos utilizados para tal funcionalidade tem como objetivo detectar, captar, processar e transmitir dados para manter a segurança. Na Figura 1 é possível ver um exemplo de dispositivo para segurança residencial. Os sistemas de segurança podem ser de vários tipos e com diversas finalidades, algumas delas são: detecção de presença, movimento, som, mudança de temperatura, detector de fumaça e até mesmo captura de imagem.

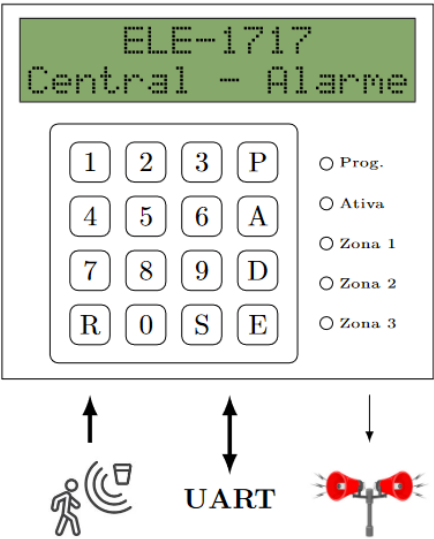
Figura 1 - Dispositivo de segurança.



Fonte: BlitzWolf.

A central digital de alarme é um sistema de segurança que tem como proposta detectar movimentos utilizando sensores de presença, e caso ocorra detecção de movimento o sistema irá ativar um alarme sonoro. A central digital de alarme também dispõe de uma matriz 4x4 de botões e um display LCD 16x2 no qual o usuário poderá interagir com o sistema a fim de fazer as possíveis alterações no modo de programação ou alterar o modo atual de operação. Além disso, é possível obter um *arquivo de log* das operações feitas pelo usuário usando um canal de comunicação UART. Para mais detalhes sobre como deve ser a interface observar a Figura 2, e para mais detalhes dos elementos do sistema olhar a Figura 3.

Figura 2 - Interface do sistema.



Fonte: Dias (2021).

Figura 3 - Elementos do sistema.

Elemento	Descrição
	Display LCD para exibição dos parâmetros e dados da central de alarme
	Teclado da central de alarme
<div><input type="radio"/> Prog. <input type="radio"/> Ativa <input type="radio"/> Zona 1 <input type="radio"/> Zona 2 <input type="radio"/> Zona 3</div>	Led para sinalização do modo de programação Led para sinalização do modo ativo Led para sinalização de movimentação na zona 1 Led para sinalização de movimentação na zona 2 Led para sinalização de movimentação na zona 3
	Canal de entrada dos sensores de presença (8 entradas)
	Canal de saída para a sirene
UART	Canal de comunicação UART

Fonte: Dias (2021).

## 2 FUNCIONAMENTO

Neste tópico será descrito como ocorre o funcionamento da central digital de alarme, Assim, serão descritos os diferentes modos de operação, os possíveis ajustes no alarme, e as funções das teclas da Central.

### 2.1 Modos de operação.

1. **Desativado:** a sirene está desativada.
2. **Ativado:** modo normal de operação.
3. **Programar:** nesse modo é possível fazer as possíveis programações no sistema e a sirene está desligada.
4. **Pânico:** aciona a sirene de forma manual, através da interação com o botão S.
5. **Recuperação:** volta para o modo de fábrica.

### 2.2 Possíveis ajustes na Central de Alarme

No modo de programação é possível fazer algumas alterações de como a Central de alarmes é programada, na Figura 4 é possível as 7 diferentes funções para o sistema.

Figura 4 - Funções.

Função	Descrição
2	Alterar senhas
3	Habilitar ou desabilitar um dos 8 sensores de entrada
4	Associar sensor de entrada a uma das zonas do alarme
5	Habilitar ou desabilitar uma das 3 zonas do alarme
6	Ajustar tempo do temporizador de ativação
7	Ajustar o tempo de <i>timeout</i>
8	Ajustar o tempo de permanência do acionamento da sirene

Fonte: Dias (2021).

### 2.3 Funções de cada tecla

Figura 5 - Funções.

Tecla	Descrição
0 - 9	O teclado envia o valor em binário da respectiva tecla
P	Tecla utilizada para solicitar a entrada no modo de programação
A	Tecla utilizada para realizar uma operação de Ativação, Alteração ou Associação
D	Tecla utilizada para realizar uma operação de Desativação ou Desassociação
E	Tecla utilizada para a confirmação da alteração de parâmetro
S	Tecla para entrada ou saída do modo pânico
R	Tecla para cancelar operação que está sendo realizada ou entrar em modo de recuperação

Fonte: Dias (2021).

## 2.4 Descrição do sistema

Como é possível ver na Figura 3, o sistema é composto por 8 sensores de movimento que irão enviar um sinal de nível lógico 0 quando estiver detectando algum movimento, caso contrário enviará um sinal de nível lógico 1. Ao enviar um sinal de nível lógico 0, o sistema irá ativar um alarme sonoro, no qual deverá permanecer ligado por um determinado tempo (esse tempo pode ser ajustado pelo usuário no modo de Programação). É possível ativar o alarme sonoro de forma manual, através do modo de Pânico, entretanto, ao sair do modo Pânico ele irá para o modo Desativado.

Além do funcionamento geral do sistema, que foi descrito anteriormente, a central digital de alarme possui um modo de recuperação, no qual o retorna para as configurações de fábrica, e em seguida, automaticamente ele irá para o modo Desativado. A partir desse modo, o Desativado, é possível ativar o sistema, e para isso basta apenas apertar o botão 'A'. Entretanto o sistema não irá automaticamente para o modo de Ativado, existe um temporizador necessário (ele pode ser configurado do modo de programação) para que o usuário saia do local, sem que ative alguns dos sensores de movimento.

No modo de Programação, como mencionado brevemente, além de fazer as configurações dos temporizadores, é possível fazer a configuração de ativação dos sensores e em seguida associá-los para cada uma das três zonas. É importante mencionar que existe um próprio temporizador para o modo de programação. Esse temporizador é o tempo que o usuário pode permanecer nesse modo até o tempo acabar sem que ele tenha terminado de fazer as configurações. Caso o tempo acabe e o usuário não tenha feito as configurações desejadas, o sistema irá para o modo de Desativado.

## 2.5 Detalhes

Para melhor entendimento do sistema como todo, há alguns detalhes importantes que serão descritos neste tópico.

1. No modo de recuperação, as configurações do sistema são: há apenas uma senha, a mestre (1234), o temporizador de ativação é de 0s, o temporizador da configuração é de 99s e o temporizador da sirene é de 0s.
2. Só é possível ir para o modo de Programação através do modo Desativado, e após o término das configurações ele volta para o Desativado.
3. Para ir para o modo de Recuperação basta apertar o botão R por 10s, independente de qual modo o sistema esteja.
4. Para ativar ou desativar o sistema deve utilizar uma das senhas cadastradas.

5. A central possui 4 senhas, sendo uma delas a mestre.
6. A configuração dos parâmetros só é feita com a senha mestre.
7. O *arquivo log* pode ser acessado através do canal de comunicação UART.



### 3 DESENVOLVIMENTO

Neste tópico será mostrado como foi o desenvolvimento da esquematização do projeto e também quais foram os periféricos propostos para constituir a central digital de alarme, também quais seriam as funcionalidades do microcontrolador que seriam utilizadas para ajudar na implementação do projeto.

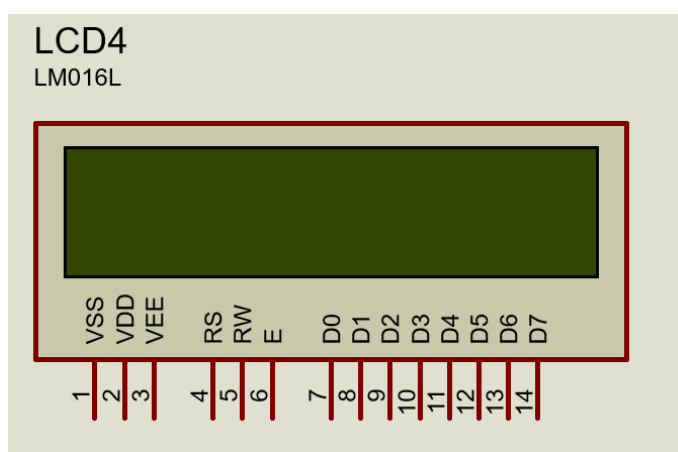
#### 3.1 Periféricos

Neste tópico será descrito e explicado como funciona cada um dos componentes utilizados para este projeto.

##### 3.1.1 LCD 16x2

Um dos principais componentes para este projeto é uma LCD 16x2 no qual fará parte da interação entre o usuário e a máquina. Será a partir desse componente que o usuário poderá ver quais são os valores que estão sendo escolhidos pelo mesmo. Nesse display é possível colocar 16 caracteres por linha, neste dispositivo há apenas 2 linhas. A interface do dispositivo é possível ser vista na Figura 6.

Figura 6 - Display LCD 16x2.



Fonte: Autoria própria (2021).

O modelo utilizado para esse projeto é o LM016L com controlador HITACHI 44780. Os pinos disponíveis desse modelo e suas respectivas descrições podem ser vistos na Tabela 1.

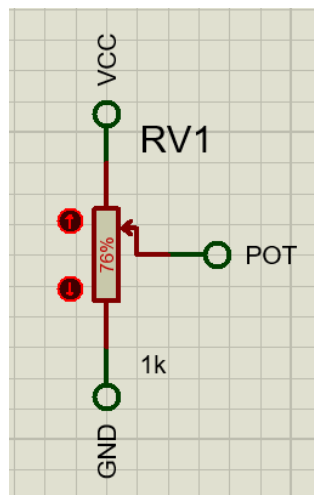
Tabela 1 - Descrição dos Pinos.

Pino	Descrição
Vss	Terra.
Vcc	Vcc, fonte de energia.
V0	Ajuste o contraste.
RS	Habilita o dispositivo.
R/W	Leitura/Escrita.
E	Habilitar a operação de Leitura/Escrita.
DB0 - DB3	Pinos menos significativos de envio e recebimento de dados. Esses pinos não são utilizados no modo de 4-bits.
DB4 - BD7	Pinos mais significativos de envio e recebimento de dados.
LED+	Fonte de energia para o BKL
LED-	Fonte de energia para o BKL.

Fonte: XIAMEN AMONTEC (2008).

Em especial, é necessário a utilização de um potenciômetro no pino V0 a fim de fazer ajuste do contraste do display. Para mais detalhes como deve ser colocado esse potênciometro, observar a Figura 7.

Figura 7 - Circuito do contraste.



Fonte: Autoria própria (2021).

### 3.1.1.1 Descrição das funções

O display 16x2 possui funções internas que são de extrema importância para o funcionamento do mesmo.

**Interface de sistemas.** É possível operar o sistema em dois formatos, (1) envio de 8-bits, usando todos os pinos de dados disponíveis, ou (2) envio de 4-bits onde os dados são enviados por dois pacotes de 4-bits.

**Contador de Endereço (AC).** O AC irá armazenar o endereço da DDRAM/CGRAM. Toda vez que for escrito um valor na DDRAM/CGRAM, o AC é incrementado em 1 automaticamente.

**Display Data RAM (DDRAM).** A DDRAM pode armazenar um total de 80 x 8 bits, ou seja, 80 caracteres. O endereço da DDRAM é setado usando endereços hexadecimais.

**CGROM e CGRAM.** São memórias utilizadas para criação de caracteres novos, caracteres que não vêm já pré definidos no display.

**Cursor/Blink.** É possível controlar o *blink* e o cursor da tela.

### 3.1.1.2 Registradores de Instruções

Para entender melhor como manipular as funções disponíveis no display, devemos entender como funciona cada um dos registradores de instruções disponíveis no display. Para mais detalhes de cada um dos registradores existentes, observar a Figura 8.

Figura 8 - Registradores de instruções.

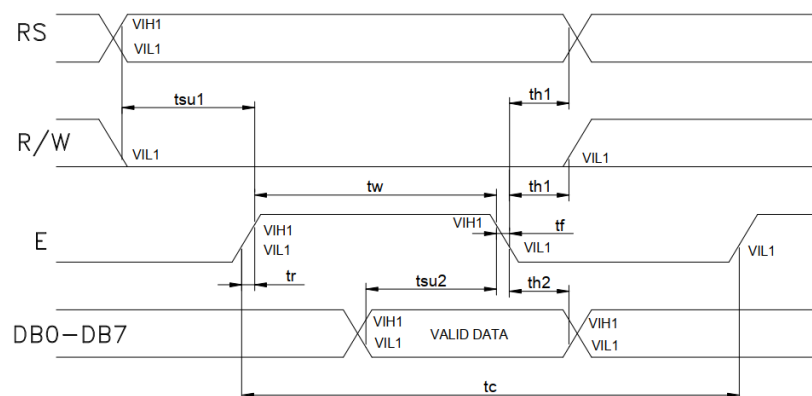
Instruction	Instruction code										Description	Execution time (fosc= 270 KHZ)
	RS	R/W	DB <sub>7</sub>	DB <sub>6</sub>	DB <sub>5</sub>	DB <sub>4</sub>	DB <sub>3</sub>	DB <sub>2</sub>	DB <sub>1</sub>	DB <sub>0</sub>		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "20H" to DDRA and set DDRAM address to "00H" from AC	1.53ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Set DDRAM address to "00H" From AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.53ms
Entry mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Assign cursor moving direction And blinking of entire display	39us
Display ON/OFF control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display (D), cursor (C), and Blinking of cursor (B) on/off Control bit.	
Cursor or Display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Set cursor moving and display Shift control bit, and the Direction, without changing of DDRAM data.	39us
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Set interface data length (DL: 8-Bit/4-bit), numbers of display Line (N: =2-line/1-line) and, Display font type (F: 5x11/5x8)	39us
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC <sub>5</sub>	AC <sub>4</sub>	AC <sub>3</sub>	AC <sub>2</sub>	AC <sub>1</sub>	AC <sub>0</sub>	Set CGRAM address in address Counter.	39us
Set DDRAM Address	0	0	1	AC <sub>6</sub>	AC <sub>5</sub>	AC <sub>4</sub>	AC <sub>3</sub>	AC <sub>2</sub>	AC <sub>1</sub>	AC <sub>0</sub>	Set DDRAM address in address Counter.	39us
Read busy Flag and Address	0	1	BF	AC <sub>6</sub>	AC <sub>5</sub>	AC <sub>4</sub>	AC <sub>3</sub>	AC <sub>2</sub>	AC <sub>1</sub>	AC <sub>0</sub>	Whether during internal Operation or not can be known By reading BF. The contents of Address counter can also be read.	0us
Write data to Address	1	0	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43us
Read data From RAM	1	1	D <sub>7</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>0</sub>	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43us

Fonte: AMONTEC (2008).

### 3.1.1.3 Processo de escrita

Durante o processo de escrita dentro do Display LCD, algumas etapas e tempo devem ser respeitados de forma que o display funcione corretamente. Essas etapas podem ser vistas na Figura 9 e na Tabela 2.

Figura 9 - Diagrama de tempos para escrita do display



Fonte: AMOTEC (2008).

Tabela 2: Descrição dos tempos para modo de escrita do display

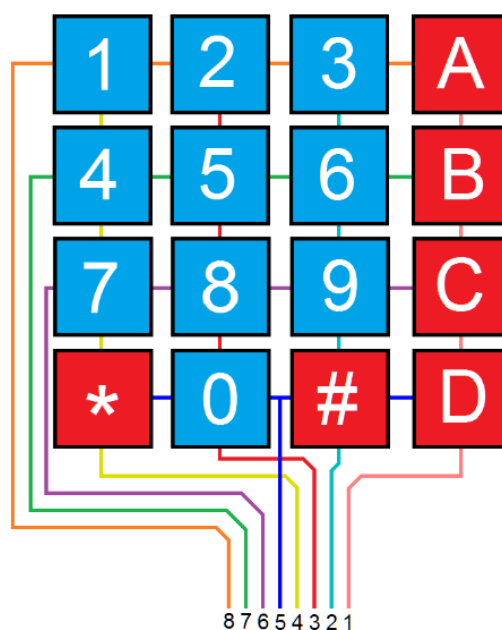
Parameter	Symbol	Test pin	Min.	Typ.	Max.	Unit
Enable cycle time	$t_c$	E	500	-	-	ns
Enable pulse width	$t_w$		300	-	-	
Enable rise/fall time	$t_r, t_f$		-	-	25	
RS; R/W setup time	$t_{su1}$	RS; R/W RS; R/W	100	-	-	
RS; R/W address hold time	$t_{h1}$		10	-	-	
Read data output delay	$t_{su2}$	DB0~DB7	60	-	-	
Read data hold time	$t_{h2}$		10	-	-	

Fonte: AMOTEC (2008).

### 3.1.2 Matriz de botões

Uma das especificações deste projeto é a utilização de uma matriz de botões que servirá de interface entre o usuário e a máquina. Para o projeto em específico a matriz deverá ser de tamanho 4x4 (4 linhas e 4 colunas), ou seja, deverá ser uma matriz de 16 botões. Na Figura 10 é possível um exemplo de matriz 4x4. Como foi descrito e é possível observar na figura, a matriz possui 4 linhas e 4 colunas, onde dependendo do botão que for apertado, o valores de cada linha e cada coluna terá um valor diferente. Para ficar mais claro como ficarão os valores na saída da matriz, observe a Tabela 3. Os valores da tabela serão baseados nos botões da Figura x. Lembrando que para este projeto as letras requeridas pelo professor podem ser vistas na Figura 2.

Figura 10 - Exemplo de matriz de botões 4x4.



Fonte: Parallax (2020).

Tabela 3 - Relação do botão com os valores de saída.

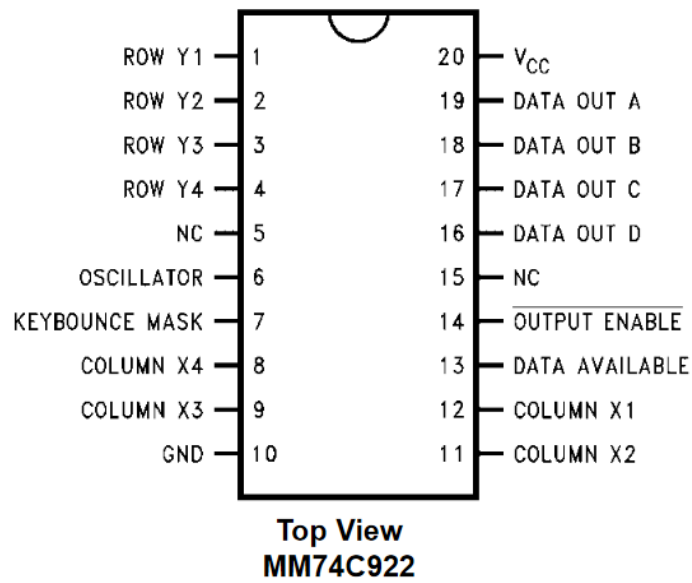
<b>Botão</b>	<b>Valor na saída</b>
1	1110 1110
2	1101 1110
3	1011 1110
A	0111 1110
4	1110 1101
5	1101 1101
6	1011 1101
B	0111 1101
7	1110 1011
8	1101 1011
9	1011 1011
C	0111 1011
*	1110 0111
0	1101 0111
#	1011 0111
D	0111 0111

Fonte: Autoria própria (2021).

### 3.1.3 MM74C922 - Encoder de Matriz 4x4

Um dos grandes desafios desse projeto é a minimização da utilização de portas do microcontrolador. Para ajudar a resolver esse problema foi utilizado o CI MM74C922, o qual irá codificar as oito saídas da matriz 4x4 para apenas quatro valores. Uma coisa interessante deste CI é que ele possui um pino **DA** que irá dizer para o microcontrolador quando há dados a serem lidos, o que facilita bastante a implementação da matriz de botões. Na Figura 11, é possível ver o esquemático do CI.

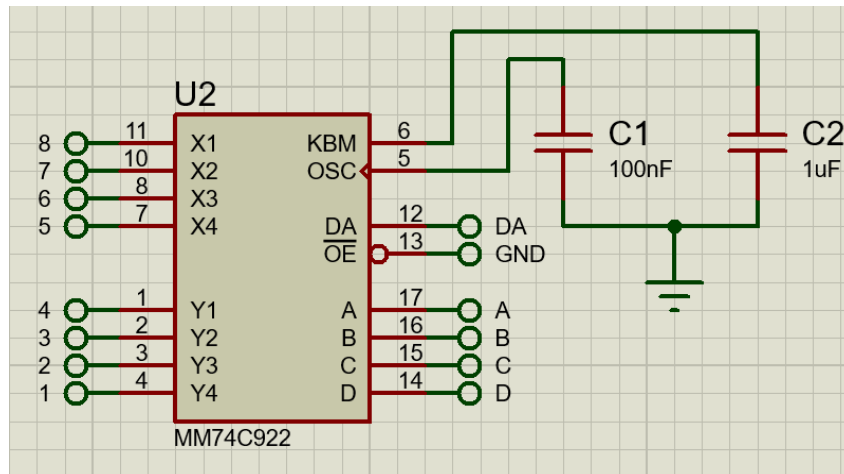
Figura 11 - Exemplo de matriz de botões 4x4.



Fonte: Fairchild (2001).

A seguir, na Figura 12, é possível ver a configuração do CI para ser utilizado em conjunto do microcontrolador e da matriz de botões 4x4.

Figura 12 - Configuração do CI.



Fonte: Autoria própria (2021).

Na Tabela 4, podemos ver as possíveis opções da saída do codificador dependendo das configurações de entrada.

Tabela 4 - Autoria própria (2001).

<b>Entrada do CI (x1 ... x4) (y1 ... y4)</b>	<b>Saída do CI</b>
1110 1110	1111
1101 1110	0111
1011 1110	1011
0111 1110	0011
1110 1101	1101
1101 1101	0101
1011 1101	1001
0111 1101	0001
1110 1011	1110
1101 1011	0110
1011 1011	1010
0111 1011	0010
1110 0111	1100
1101 0111	0100
1011 0111	1000
0111 0111	0000

Fonte: Autoria própria (2021).

### 3.1.4 Sensor de movimento

PIR é um sensor de movimento pequeno, de baixo custo e fácil de ser usado. Ele é feito basicamente de um sensor de piroeletricidade, o qual pode detectar níveis de radiação infravermelha. Além do sensor de piroeletricidade, o sensor PIR possui uma CI interno chamado de BISS0001, esse CI irá pegar o output do sensor piroelétrico e fará alguns pequenos processamentos no sinal analógico para transformar em um sinal digital. A seguir, na Figura 13, é possível visualizar o sensor PIR.



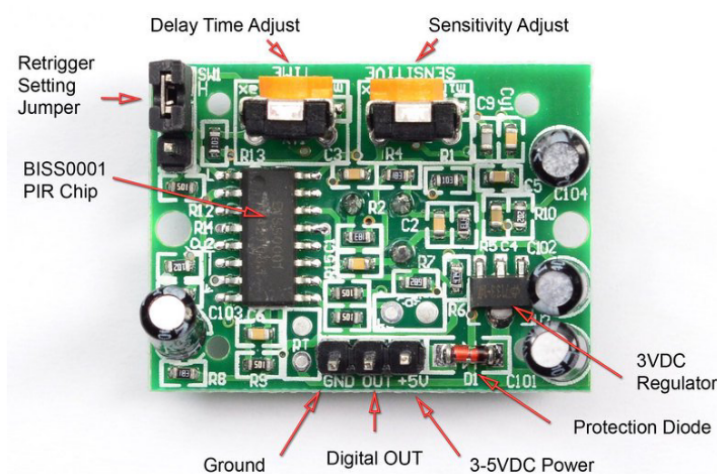
Figura 13 - Sensor PIR.



Fonte: Adafruit (2020).

O PIR possui 3 pinos de uso, como é possível ver na Figura 14, um pino serve para o terra, o segundo é a saída digital e por fim tem o pino da fonte de alimentação de 3.5V.

Figura 14 - Sensor PIR.



Fonte: Adafruit (2020).

### 3.1.5 LEDs

Como não há restrição para a utilização de cores para os LEDs do sistema proposto, serão utilizados cinco LEDs vermelhos para o projeto. O LED utilizado é possível ser observado na Figura 15.

Figura 15 - LED vermelho.



Fonte: Filipeflop.

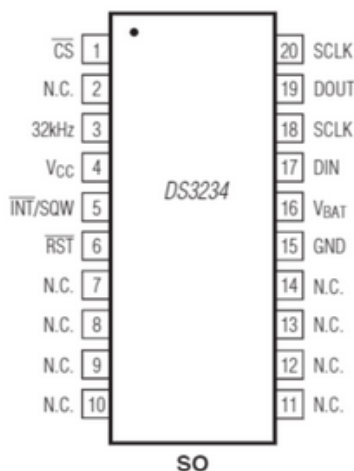
### 3.1.6 DS3234 (RTC)

O DS3234 é um CI de comunicação SPI extremamente preciso com clock em tempo real (RTC), ele será utilizado para obter os valores das horas, minutos e dias da semana em tempo real. Este CI se destaca pelo baixo custo de funcionamento, sensor de temperatura embutido para desligar o funcionamento quando houve altas temperaturas e uma SRAM de 256 bytes com uma bateria integrada. Aqui abaixo podemos ver alguns dos benefícios e características existentes desse modelo:

- RTC altamente preciso com um cristal integrado e uma SRAM;
- Uma interface simples que conecta com quase todos os microcontroladores;
- Bateria integrada para manter o funcionamento interno da contagem do tempo;
- Temperatura de operação de: 0° C à +70° C e -40° C à +85° C;
- 300-Mil, 20-Pin SO package;
- Reconhecido pelo Underwriters Laboratories.

Na Figura 16 abaixo é possível ver o circuito integrado (CI) e suas pinagens, de modo que os pinos são:

Figura 16 - DS3234



Fonte: Maxim Integrated (2021).

- CS': Selecionar e desselecionar o dispositivo. Na comunicação SPI com o atmega328p ele é sempre ligado ao pino SS'.
- N.C.: Não é conectado a nada, então deve ser conectado ao GND.
- 32kHz: É uma saída de Push-Pull
- Vcc: Fonte de energia.
- INT'/SQW: Tanto pode ser utilizado como saída de interrupção como geração de pulsos quadrados.
- RST': Usado para resetar.
- GND: Terra
- V<sub>BAT</sub>: É o pino de energia de reserva do sistema. Se não for utilizado deve-se colocar no GND.
- DIN: É a entrada que irá receber os dados do microcontrolador.
- DOUT: Saída de dados do componente.
- SCLK: Clock do microcontrolador que irá entrar no CI.

Este CI será utilizado em conjunto com o canal de comunicação USAR com objetivo de criar um arquivo *log* a fim de mostrar quais foram as últimas ações feitas na central digital de alarme. Em específico o DS3234 irá mostrar qual foi o horário e dia que foram feitas essas ações no sistema.

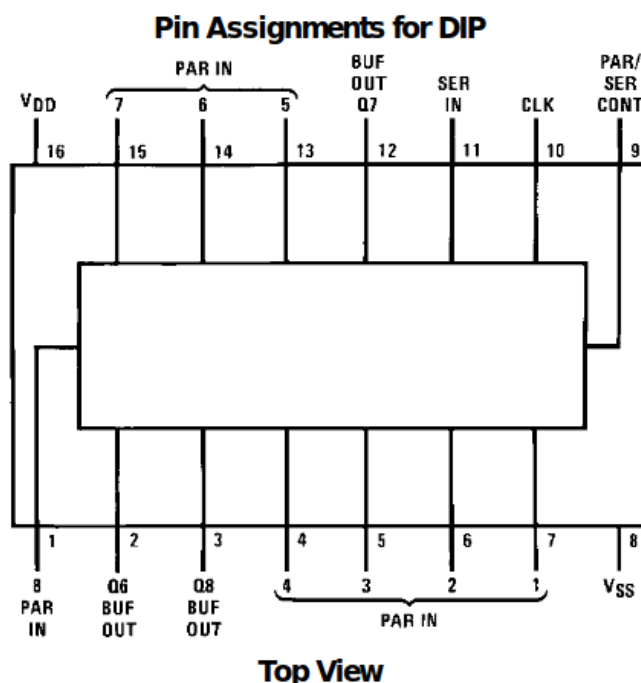
### 3.1.7 Extensores de Portas

Dado que o Atmega328p deverá ser capaz de ler 8 sensores de movimento (cada sensor precisa de um canal de leitura disponível no microcontrolador) e controlar 5 alarmes (cada alarme exige também um canal disponível no Atmega328p), seria inviável disponibilizar aproximadamente dois PORTs apenas para tais aplicações. Assim, se utiliza extensores de portas, de forma a diminuir as exigências de canais disponíveis no microcontrolador.

O conceito de extensor de portas envolve conectar o microcontrolador a CIs externos capazes de ler uma certa quantidade de canais digitais de forma que, para isso, o Atmega328p (no nosso caso), utilize uma quantidade de pinos menor que a quantidade de canais lidos (Filipeflop).

Para realizar a leitura dos sensores, optou-se por utilizar o registrador de carga paralela/serial CD4014. Tal dispositivo é capaz de realizar a leitura de até 8 canais, e de enviar esse byte de dados de forma serial, o que o torna adequado para a captura dos dados dos sensores (Datasheet Catalog, 2021). O pino de *clock* é responsável por receber o sinal habilitador do uC (toda operação só ocorre na borda de subida da onda), enquanto que o nono pino é responsável por seleccionar qual operação será executada (se carga paralela, se transferência serial). O sétimo pino é utilizado como entrada serial (o sinal aqui aplicado é transferido de forma serial internamente no CI). Além disso, existem 3 pinos de leitura serial, os quais estão conectados aos 3 bits mais significativos armazenados (para as aplicações do projeto, apenas o mais significativo será utilizado). A análise apresentada acima se relaciona a Figura abaixo:

Figura 17 - CD4014.



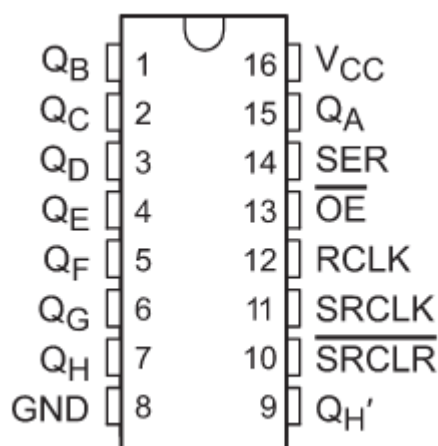
Fonte: Datasheet Catalog, 2021.

Para o controle dos alarmes sonoros, optou-se pelo CI 74hc595. Dentre outras funções, tal dispositivo é capaz de receber um byte de forma serial e enviar cada bit de forma paralela para suas saídas. Tal possibilidade permite controlar os 5 Leds de alerta utilizando apenas 3 pinos do microcontrolador. Tais pinos se referem à seguinte pinagem do CI:

- RCLK (ou *latch*): responsável por enviar o byte guardado internamente aos pinos paralelos;
- SRCLK (ou *clock*): responsável por enviar o sinal síncrono para realizar o deslocamento do byte;
- SER (canal de dados seriais): nesse pino são inseridos os bits, de forma serial.

Além de tais pinos de controle existem outros os quais não entram no escopo dessa discussão. Por fim, os pinos paralelos ( $Q_A$  a  $Q_H$ ) são responsáveis por enviar os bits internos. Desses, apenas 5 serão utilizados. Toda a análise da pinagem apresentada se refere à imagem vista a seguir:

Figura 18 - 74hc595.



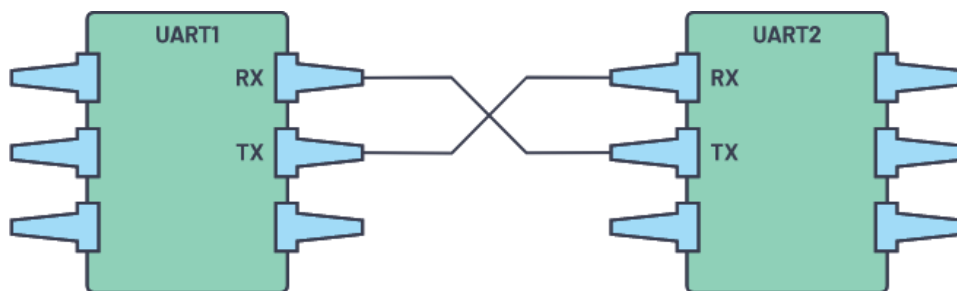
Fonte: Texas Instruments.

### 3.2 UART

O protocolo de comunicação desempenha um grande papel na organização da comunicação entre os dispositivos. Ele é projetado de maneiras diferentes com base nos requisitos do sistema e esses protocolos têm uma regra específica acordada entre os dispositivos para obter uma comunicação bem-sucedida. Sistemas embarcados, microcontroladores e computadores usam principalmente UART como uma forma de protocolo de comunicação de hardware de dispositivo para dispositivo. Entre os protocolos de comunicação disponíveis, o UART usa apenas dois fios para suas extremidades de transmissão e recepção (PEÑA, LEGASPI).

Por definição, UART é um protocolo de comunicação de hardware que usa comunicação serial assíncrona com velocidade configurável. “Assíncrono” significa que não há sinal de clock para sincronizar os bits de saída do dispositivo de transmissão que vai para a extremidade de recepção (PEÑA, LEGASPI). Na Figura 19, pode-se visualizar dois dispositivos se comunicando pelo protocolo UART, o Rx é o canal de recepção e o Tx de transmissão.

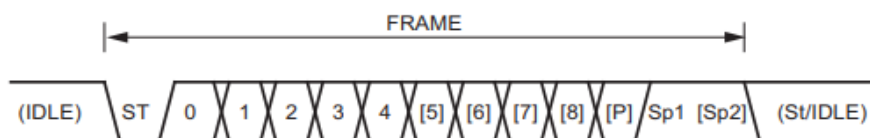
Figura 19 - Dois UARTs se comunicam diretamente um com o outro



Fonte: Analog Dialogue.

Segundo a Atmel, fabricante do Atmega328p, o periférico UART possui operação de envio independente de recepção (*Full duplex*); suporta de 5 a 9 bits de transporte e até 2 bits para indicar parada (SP); possui geração de paridade ímpar ou par e verificação da paridade suportada pelo hardware e possibilidade de configuração em modo de velocidade dupla. Como se pode ver na figura 20, dentro de um frame o bit ST está baixo quando é iniciado a comunicação, o bit SP está alto quando acaba a comunicação, o IDLE sempre está alto quando não tem comunicação.

Figura 20: Formato de um quadro (frame)



Fonte: Atmel, 2015.

Existe dentro do periférico UART alguns registradores que devem ser configurados para obter alguns tipos de comportamento. A tabela 5 apresenta os principais bits, suas funções e de qual registrador esse bit pertence. O código a ser implementado pode configurar inicialmente os bits UBRR0H, UBRR0L, UCSRnA [7:0], RXEN0, TXEN0, UCSZ01, UCSZ00. Depois dessa configuração inicial, pode-se usar UDRE0 e RXC0 para consultar, caso possa, pode enviar/receber o registrador UDRn [7:0].

Tabela 5 - Funções dos principais Bits e indicação de qual registrador está inserido esse bit.

Registrador	Bit	Função do bit
-------------	-----	---------------

UDRn (Recebe/envia os bits de transporte)	[7:0]	Contêm as informações a serem enviadas/recebidas
UBRRn (Configura taxa de transmissão)	UBRR0H	Ajusta a velocidade de transmissão nos bits mais significativos do registrador
UBRRn (Configura taxa de transmissão)	UBRR0L	Ajusta a velocidade de transmissão nos bits menos significativos do registrador
UCSRnA (Registrador de controle geral)	[7:0]	Quando configurada inicialmente em baixo, desabilita a velocidade dupla.
UCSRnA (Registrador de controle geral)	UDRE0	Consulta se terminou o envio
UCSRnA (Registrador de controle geral)	RXC0	Consulta se terminou a recepção
UCSRnB (Registrador de controle geral)	RXEN0	Pode habilitar receptor sem interrupção
UCSRnB (Registrador de controle geral)	TXEN0	Pode habilitar transmissor sem interrupção
UCSRnC (Registrador de controle geral)	UCSZ01	Pode acionar modo assíncrono
UCSRnC (Registrador de controle geral)	UCSZ00	Pode configurar para 1 bit de parada e sem paridade

Fonte: Autoria própria.

### 3.3 Temporizadores

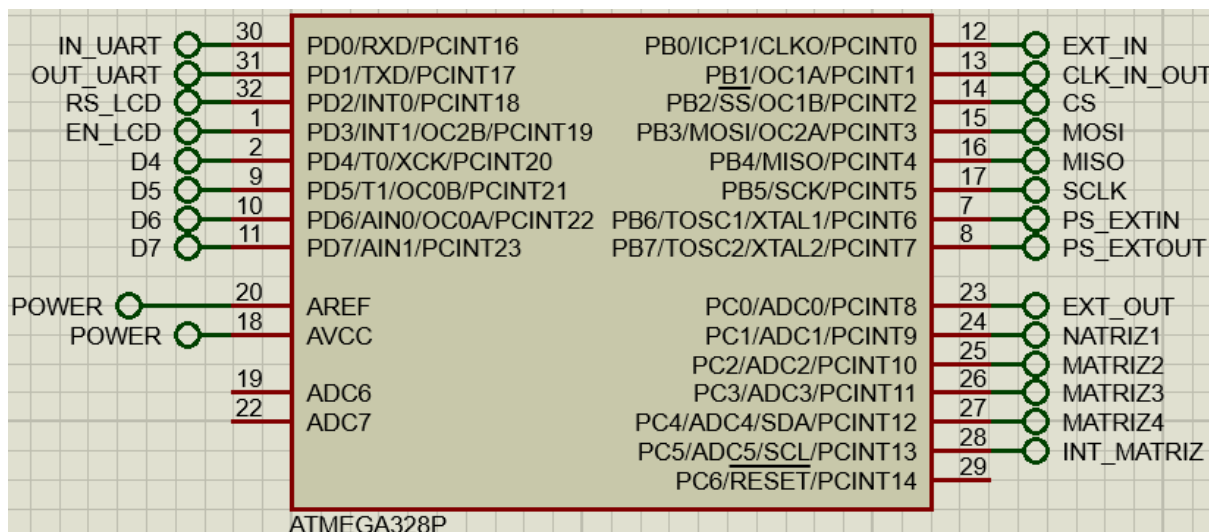
Para esse projeto será necessário a utilização de temporizadores a fim de satisfazer as peculiaridades do projeto. Em específico será necessário a utilização de temporizadores para três situações em específico, (1) Tempo máximo permitido para ficar no modo de Programação (timeout), (2) Temporizador para entrar no modo Ativado, e por fim (3) Temporizador para o tempo que a Sirene deve permanecer ligada. Os temporizadores mencionados podem ser implementados utilizando os timers presentes dentro do microcontrolador ATmega328P. Em específico será utilizado os timers 0 e 1 disponíveis no microcontrolador.



### 3.4 Pinagem

Mesmo depois da otimização realizada pelo grupo, houve a utilização de quase todas as portas livres do microcontrolador. Na Figura 21, é apresentada a disposição final dos pinos.

Figura 21 - Pinagem



Fonte: Autoria própria (2021).

Com intuito de identificação dos pinos aplicados no ATmega328P, foi elaborada uma tabela para realizar o esclarecimento. A Tabela 6 apresenta a descrição dos pinos e seus nomes.

Tabela 6 - Pinos

Descrição dos pinos	
Pino	Descrição
EXT_IN	Entrada do valor dos dados seriais do CI 4014
CLK_IN_OUT	Clock dos CI's extensores de entrada e saída
PS_EXTIN	Controle de serial/paralelo do extensor de portas de entrada
PS_EXTOUT	Controle de serial/paralelo do extensor de portas de saída

RS_LCD	Determina se a escrita é no registrador de instrução ou de dados
EN_LCD	Viabiliza a transmissão ou recepção de dados pelo LCD
MATRIZ1	Pino do CI de codificação da Matriz de Botões - LSB
MATRIZ2	Pino do CI de codificação da Matriz de Botões
MATRIZ3	Pino do CI de codificação da Matriz de Botões
MATRIZ4	Pino do CI de codificação da Matriz de Botões - MSB
INT_MATRIZ	Pino de interrupção do CI da Matriz
D7:4	Pinos de dados ao LCD

Fonte: Autoria própria (2021).

### 3.5 Clock

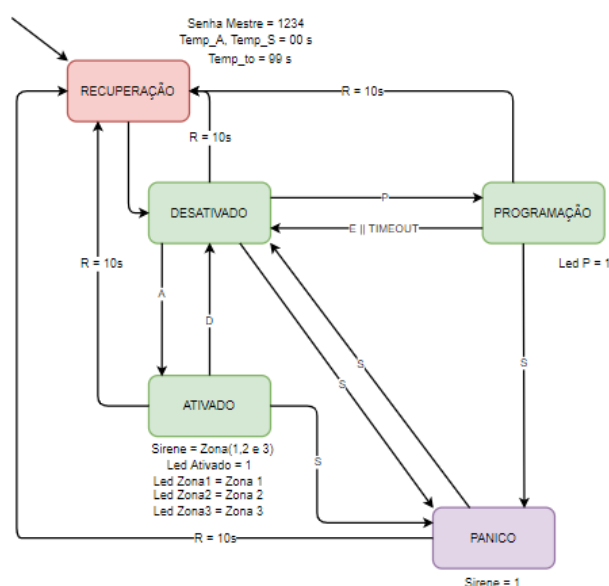
O clock do sistema escolhido foi um clock de 8MHz, uma vez que esse é o clock padrão interno do microcontrolador, foi-se decidido usar ele mesmo. Enquanto ao clock dos outros componentes, como por exemplo do RTC, o clock máximo é de 4MHz, então para obtê-lo para usar um prescaler de 2, ou se for necessário um menor, basta usar um prescaler maior.

Com relação ao ‘clock’ dos extensores, ele é um um sinal usado para controle do deslocamento, apesar de possuir esse nome, ele não apresenta nenhuma restrição em relação aos sistemas.

#### 4 MÁQUINA DE ESTADOS

Considerando os requisitos postos para o funcionamento do equipamento de alarme, pode-se notar, na Figura 22, que a máquina de estados tem o estado de RECUPERAÇÃO como seu primeiro. Antes de realizar a entrada neste estado, o programa passa por comandos de controle que determinam as saídas e entradas do sistema e inicializa suas variáveis. No estado RECUPERAÇÃO, são aplicadas as configurações de fábrica do dispositivo, como sua senha mestre, contendo o valor de 1234, e os valores dos temporizadores de ativação (0 segundos), de *timeout* (99 segundos) e o de permanência da sirene (0 segundos). Este estado pode ser executado no início do programa ou quando o usuário pressionar a tecla R por, no mínimo, 10 segundos. Após as configurações serem realizadas, a máquina se dirige ao estado DESATIVADO, onde é mantida até que as teclas A, S, ou P sejam pressionadas. Caso seja pressionado a tecla A, o sistema solicitará a entrada de uma das 4 senhas como forma de segurança e, se a *flag* F\_SC estiver acionada, irá para o estado ATIVADO, onde a leitura das zonas ativadas pelo usuário é realizada. Caso a tecla S seja pressionada, o sistema é direcionado ao estado PÂNICO, onde a sirene é ativada e só é desativada ao ser pressionada S novamente, indo para o estado DESATIVADO. Por último, se pressionada a tecla P, a máquina irá ao estado PROGRAMAÇÃO. As sub-rotinas são apresentadas nos fluxogramas. Salienta-se que, pressionando a tecla S em qualquer momento, o sistema vai para o estado PÂNICO.

Figura 22 - MDE geral

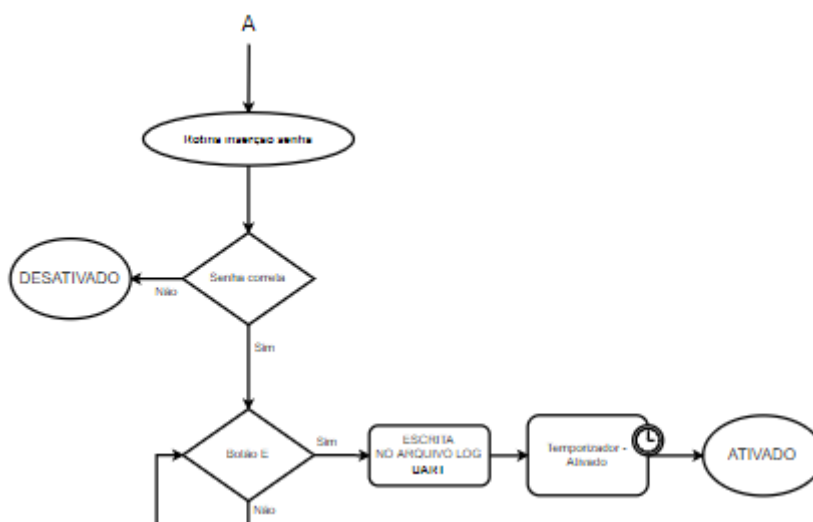


Fonte: Autoria própria (2021).

## 5 FLUXOGRAMA

Observou-se que para a máquina ir ao estado de ATIVAÇÃO, é necessário que o estado atual seja o DESATIVADO, a tecla A seja pressionada, a senha que o usuário inserir esteja correta e haja sido executado o tempo de espera. O processo é ilustrado na Figura 23.

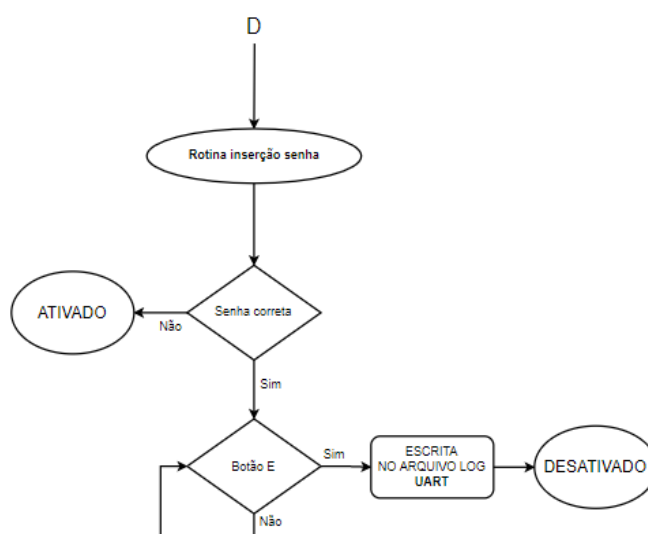
Figura 23 - Rotina de ativação



Fonte: Autoria própria (2021).

Na saída do estado ATIVADO para o DESATIVADO, é necessária que seja pressionada a tecla D e feita a inserção de uma senha novamente para checagem de segurança. Caso a senha esteja correta, é feita a passagem de estado, caso contrário, mantém o estado ATIVADO. A rotina de desativação é apresentada na Figura 24.

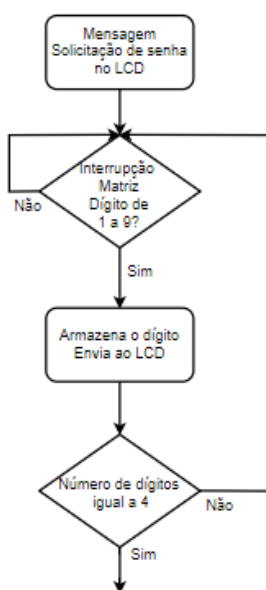
Figura 24 - Rotina de desativação



Fonte: Autoria própria (2021).

A rotina de inserção de senha consiste no pedido ao usuário através do LCD para que seja colocada a senha, na ilustração no LCD de cada dígito selecionado pelo usuário, na alocação do valor recebido no sistema e, ao final dos inserção de 4 dígitos, a checagem se a senha está correta, ativando a *flag* correspondente. Na Figura 25 é apresentada a rotina.

Figura 25 - Rotina de inserção de senha



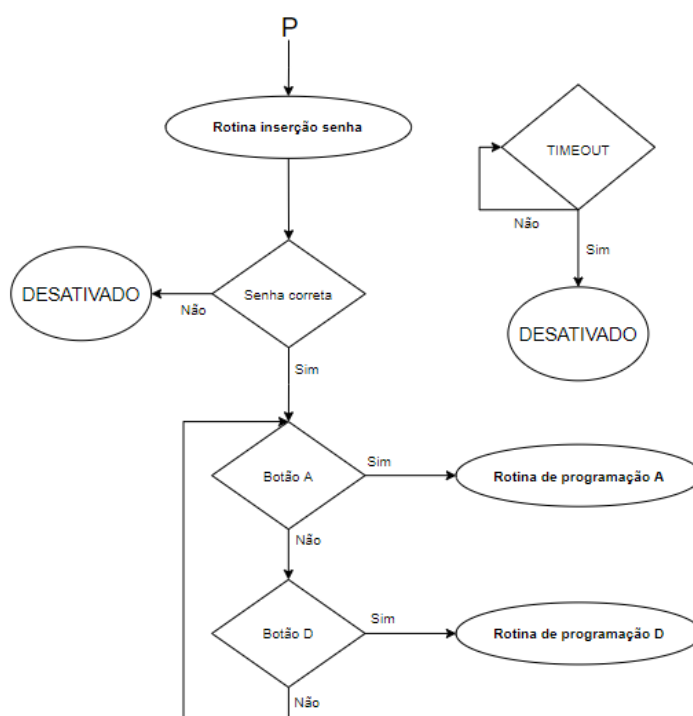
Fonte: Autoria própria (2021).

A rotina de programação é um pouco mais extensa, portanto foi dividida em três diagramas. Na Figura 26 é apresentado o diagrama onde é realizada a captura da senha inserida pelo usuário, é feita a análise se a senha é correta e então, é examinado se será executada uma programação de alteração, ativação ou desativação dos parâmetros do sistema.

Na Figura y, é mostrada a rotina de desativação de um determinado sensor ou sua desassociação a uma zona ou a desativação de uma zona. Na desativação de um sensor, é requisitado ao usuário pelo LCD que haja a escolha do valor correspondente ao sensor (0 até 7) e então o sensor é desabilitado; já em relação à zona, é pedido ao usuário que digite um valor de 0 a 3 referente a zona desejada e então é feita a sua desabilitação; enquanto na desassociação, é requisitado o valor referente ao sensor e depois a zona que ele está associado e, com isso, é possível fazer rompimento da associação. Em todos os casos, para confirmar o procedimento é pressionada a tecla E e, então, o horário e data da mudança de configuração é guardada no arquivo log e as informações são transmitidas via UART. A mensagem do arquivo é escrita da seguinte forma: “A central foi x por y no dia d na hora h”, onde x é o procedimento como ativado ou desativado; y é o usuário; d é o dia e h é a hora.

No Apêndice A, é demonstrado a rotina de associação e habilitação de sensores e zonas, assim como o ajuste dos valores dos temporizadores de ativação, sirene e *timeout*. A habilitação de um sensor funciona da mesma forma como na desabilitação, a diferença é que, caso esteja relacionado a uma zona, o sinal advindo do sensor começará a ser interpretado. Na associação, diferente da desassociação, é necessário informar ao usuário se o sensor, que foi associado a uma determinada zona, está habilitado, pedindo para ativá-lo quase não esteja. Na determinação dos temporizadores, são inseridos os valores, em segundos, do tempo que se deseja ter de atraso na entrada do estado ATIVADO do sistema que pode ser de, no máximo, 999 segundos - 16 minutos; do tempo no qual sirene deve ficar ligada, devendo ter, no máximo, 16 minutos também e o período máximo que o usuário pode ter para programar algum parâmetro que é de 99 segundos - 1,6 minutos.

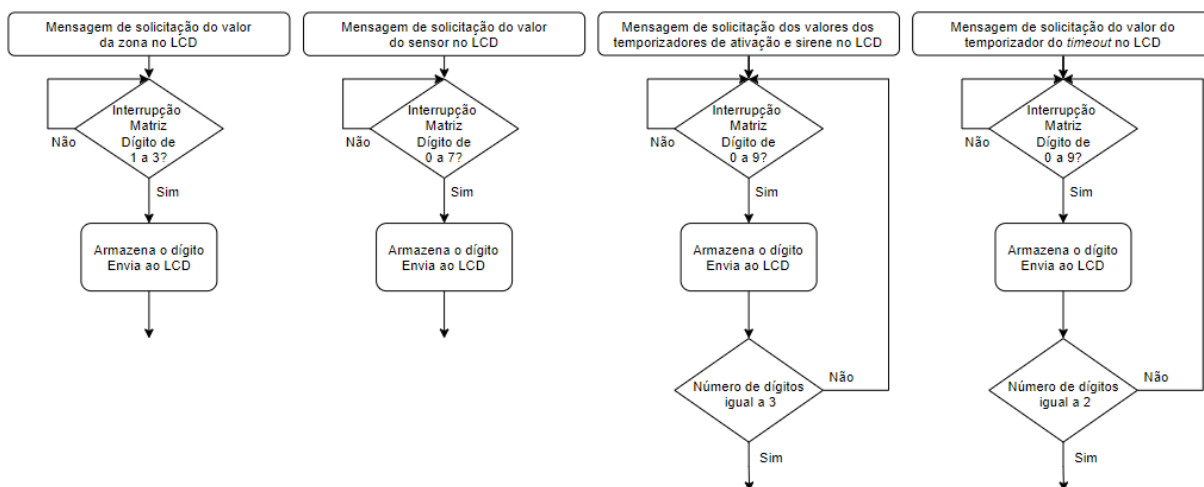
Figura 26 - Rotina de programação



Fonte: Autoria própria (2021).

Dentro do estado PROGRAMAÇÃO, nas rotinas para a entrada de valores do sensor, da zona e do tempo, é requisitada a entrada do valor ao usuário. O número a ser pressionado pode assumir os valores de 1 até 3 (Zonas), de 0 até 7 (Sensores) e de 0 até 9 (Tempo). Os valores limites dependem de onde a rotina foi chamada, o que vai sinalizar qual valor deve ser inserido. As rotinas podem ser vistas na Figura 27.

Figura 27 - Rotina de inserção dos valores de zonas, sensores e temporizadores



Fonte: Autoria própria (2021).

## 6 CONCLUSÃO

Neste trabalho projetou-se um dispositivo capaz de implementar uma Central de Alarmes configurável, tomando como base as funcionalidades do microcontrolador Atmega328p e dos periféricos a serem aplicados: comunicação UART, matriz de botões, RTC e display LCD. Também foi desenvolvida uma máquina de estados e um conjunto de fluxogramas capaz de implementar as funcionalidades necessárias.

O uso otimizado de portas foi uma questão fundamental do problema. Assim, o uso dos extensores permitiu o controle e a leitura de periféricos utilizando menos portas que o exigido. O uso do display LCD na configuração de menos pinos e a codificação da matriz de botões permitiu outra otimização. Dado que o arquivo de logs deve conter informações de horário de alteração do sistema, o uso do RTC é indispensável. O sensor PIR foi selecionado como sensor de movimento, por ser comumente aplicado. Por fim, a comunicação UART será utilizada para se comunicar com outros dispositivos.

A máquina de estados apresentada implementa as transições e estados requeridas, na ordem necessária. Isso garante que o sistema funcionará de maneira segura, conforme especificado nas orientações. Por fim, as funções descritas nos fluxogramas realizam as operações dos modos de configuração desejados.



## REFERÊNCIAS

Dias, Samaherni Morais. **ELE1717 - sistemas digitais - Semana 11**. Sigaa, 2021. Acesso em: 26 Mar. 2021.

**Atmel. 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash - DATASHEET.** Microchip, 2015. Disponível em: <[https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf)>. Acesso em: 26 Mar. 2021.

Moecke, Marcos. **Princípios de Sistemas de Telecomunicações**. São José (SC), 2006.

XIAMEN AMOTEC DISPLAY CO. LTD., **SPECIFICATIONS OF LCD MODULE:** MODULE NO : ADM1062K-NSW-FBS/3.3. Datasheet, AMOTEC, pp. 1-22, 2008.

PARALLAX Z 4x4 MATRIX MEMBRANE KEYPAD, KEYPAD 4X4. Disponível em: <<https://cdn.sparkfun.com/assets/f/f/a/5/0/DS-16038.pdf>>. Acesso em: 11 Abr. 2021.

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, MM74C922 • MM74C92316-Key Encoder • 20-Key Encoder. Disponível em: <<https://www.mouser.com/datasheet/2/308/MM74C922-1120961.pdf>>. Acesso em: 11 Abr. 2021.

**CI PCF8574 Expansor de Portas I2C**, FILIPEFLOP. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/ci-pcf8574-expansor-de-portas-i2c/>>. Acesso em: 11 Abr. 2021.

**CD4014 Datasheet pdf - 8 -Stage Static Shift Register - Fairchild Semiconductor**, DatasheetCatalog. Disponível em: <[http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/C/D/4/0/CD4014.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/C/D/4/0/CD4014.shtml)>. Acesso em: 11 Abr. 2021.

**SNx4HC5958-Bit Shift Registers With 3-State Output Registers**, Texas Instruments.

Disponível

em:

<[https://www.ti.com/lit/ds/scls041i/scls041i.pdf?ts=1617972236935&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/ds/scls041i/scls041i.pdf?ts=1617972236935&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)>. Acesso em: 11 Abr. 2021.

**BlitzWolf® BW-IS20 Tuya Wireless 2G GSM Kit** inicial do sistema de alarme de segurança doméstica inteligente Wifi com DIY 4,3 polegadas Destravamento de impressão digital Touch Display Smart Alarm System Hub. Disponível em:

<[https://www.banggood.com/pt/BlitzWolf-BW-IS20-Tuya-Wireless-2G-GSM-Wifi-Smart-Home-Security-Alarm-System-Starter-Kit-With-DIY-4\\_3-Inch-Fingerprint-Unlock-Touch-Display-Smart-Alarm-System-Hub-or-2-+-Window-and-Door-Sensors-or-1-+-Motion-Detector-or-2-+-Remote-Controllers-p-1798676.html?cur\\_warehouse=CN&ID=6287830&rmmids=search](https://www.banggood.com/pt/BlitzWolf-BW-IS20-Tuya-Wireless-2G-GSM-Wifi-Smart-Home-Security-Alarm-System-Starter-Kit-With-DIY-4_3-Inch-Fingerprint-Unlock-Touch-Display-Smart-Alarm-System-Hub-or-2-+-Window-and-Door-Sensors-or-1-+-Motion-Detector-or-2-+-Remote-Controllers-p-1798676.html?cur_warehouse=CN&ID=6287830&rmmids=search)>.

Acesso em: 10 Abr. 2021.

PEÑA, LEGASPI. UART: um protocolo de comunicação de hardware que compreende receptor / transmissor assíncrono universal, Analog Dialogue. Disponível em :

<<https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/uart-a-hardware-communication-protocol.html#>>. Acesso em: 10 Abr. 2021 .

LED Difuso 5mm Vermelho x10 Unidades, FILIPEFLOP. Disponível em:

<<https://www.google.com/url?q=https://www.filipeflop.com/produto/led-difuso-5mm-vermelho-x10-unidades/&sa=D&source=editors&ust=1618267690573000&usg=AOvVaw30BZy3kDgH2HGeBS0hYfWE>>. Acesso em: 12 Abr. 2021.

# ANEXOS

## ANEXO A – Relato semanal

**Líder:** Alisson Gabriel Lucas da Silva.

### A.1 Equipe

Tabela 7 – Identificação da equipe.

<b>Função no grupo</b>	<b>Nome completo do aluno</b>
Redator	Erika Costa Alves
Debatedor	Matheus Assis Silva
Videomaker	Leandro de Souza Rodrigues

Fonte: Autoria Própria (2021).

### A.2 Definição do problema

O projeto tem como meta a produção de um aparelho de alarme. O equipamento de segurança deve ter a capacidade de supervisionar a quantidade exata de 8 sensores de presença e eles podem ser orientados entre 3 zonas de mapeamento do espaço onde o sistema é aplicado. O sistema possui 5 funções principais: recuperação, desativado, ativado, programação e pânico. Para alternar entre esses processos é utilizado um teclado contendo 16 teclas, ou seja, de acordo com as teclas apertadas e, quando necessário, a inserção de uma senha dentro das quatro possíveis, o usuário é capaz de navegar pelo sistema. Também há o controle de 5 leds: 2 que sinalizam qual o modo o programa (led Ativado - modo Ativado e Prog. - modo programação) e outros 3 que sinalizam quando houve movimento nas zonas que foram ativadas (led Zona 1, 2 e 3). Além disso, o sistema conta com 1 alarme sonoro, uma sirene, que sinaliza quando um sensor é acionado, isto é, quando ele detecta movimento, estando esse sensor habilitado e associado a uma zona ativada. Associações e habilitações de sensores e zonas são feitas no modo programação, assim como a configuração do tempo dos temporizadores de ativação, do uso da sirene e do tempo máximo que é possível ser feita uma programação.

### A.3 Registro do *brainstorming*

O grupo iniciou o projeto definindo quais seriam as maiores dificuldades. Então foram divididas as atividades de acordo com a familiaridade de cada integrante nos assuntos

escolhidos como pesquisa, mas sempre postando os links de pesquisa no drive do grupo e discutindo os avanços nos estudos em todas reuniões.

#### **A.4 Pontos-chaves**

- Quantidade de portas a serem utilizadas;
- Como escrever utilizando o UART;
- O uso de dois atmegas ou dois extensores de portas;
- MDE e fluxogramas.

#### **A.5 Questões de Pesquisa**

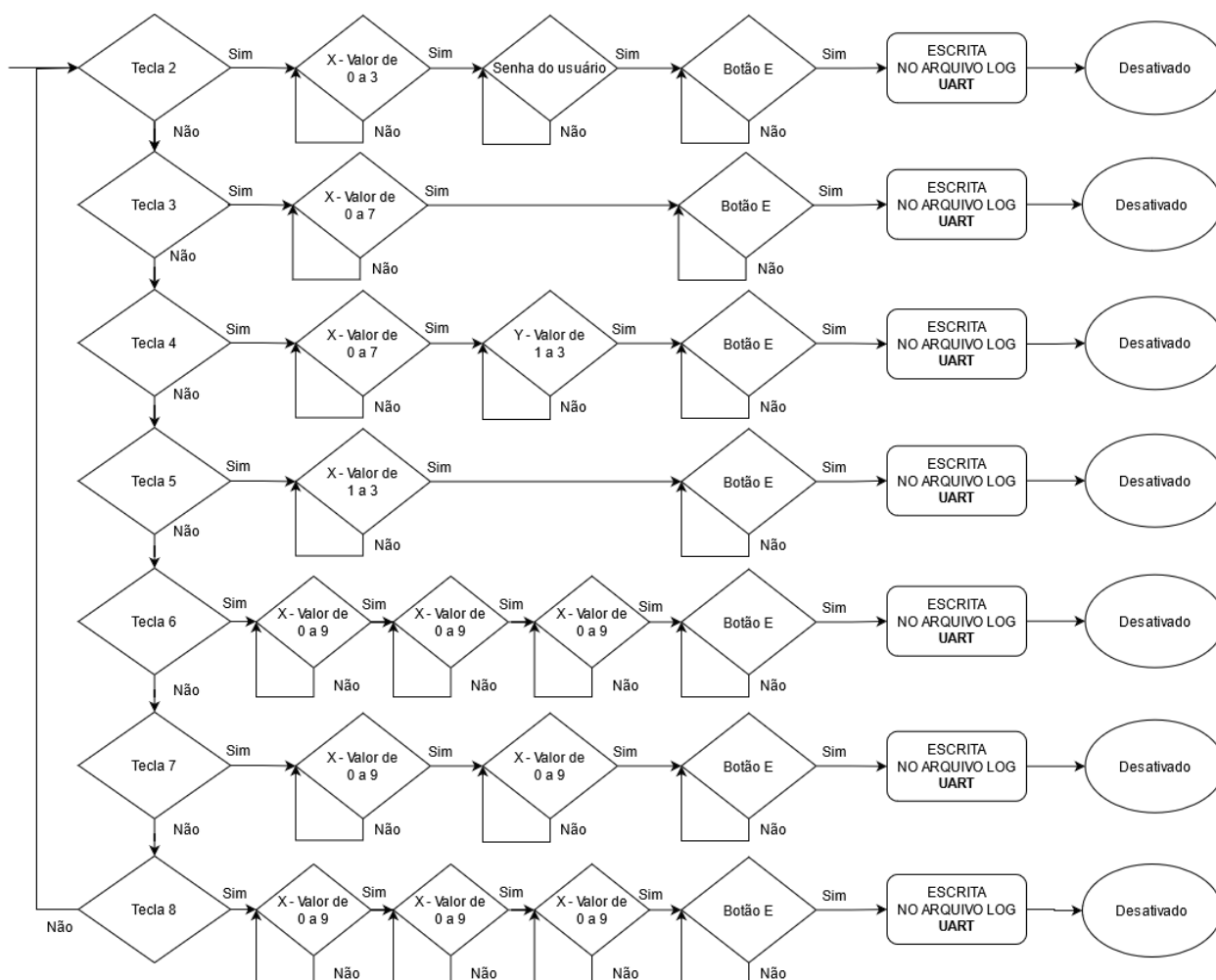
- Quais seriam as estratégias para aumentar o número de portas do microcontrolador.
- Há circuitos integrados que realizam o aumento do número de portas?
- Como utilizar o protocolo UART no ATmega328P?
- Qual a velocidade do clock?

#### **A.6 Planejamento da Pesquisa**

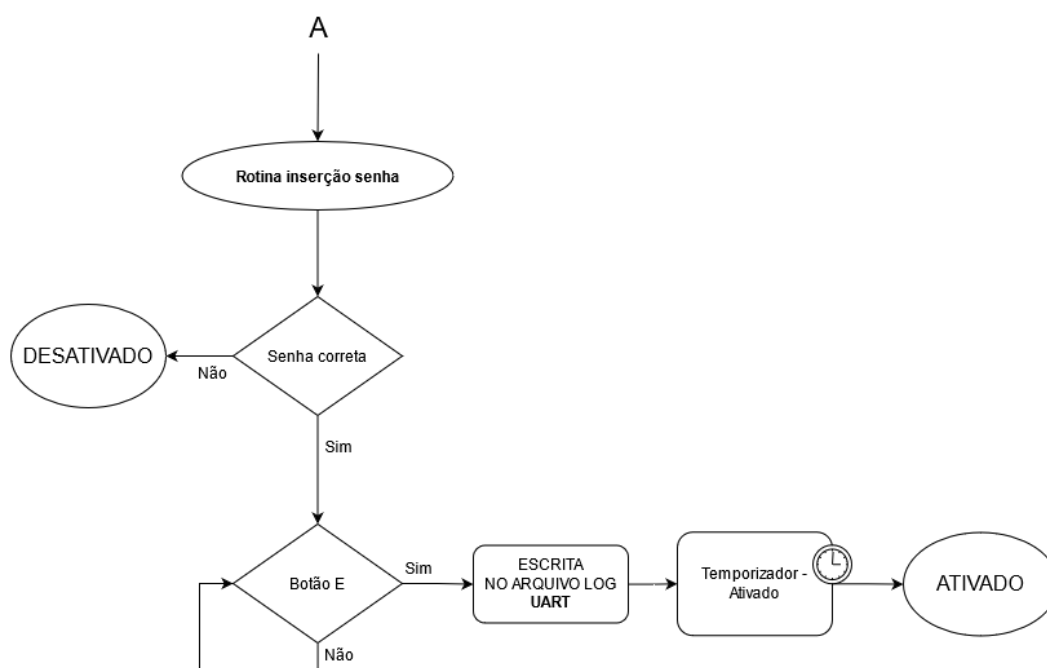
Com a divisão dos assuntos realizada, o grupo buscou estudar cada um através de buscas online em datasheets, livros, artigos, vídeos, etc. Então o que foi abstraído de conteúdo era repassado em reuniões aos demais integrantes que ficaram responsáveis por outras partes do projeto.

# APÊNDICES

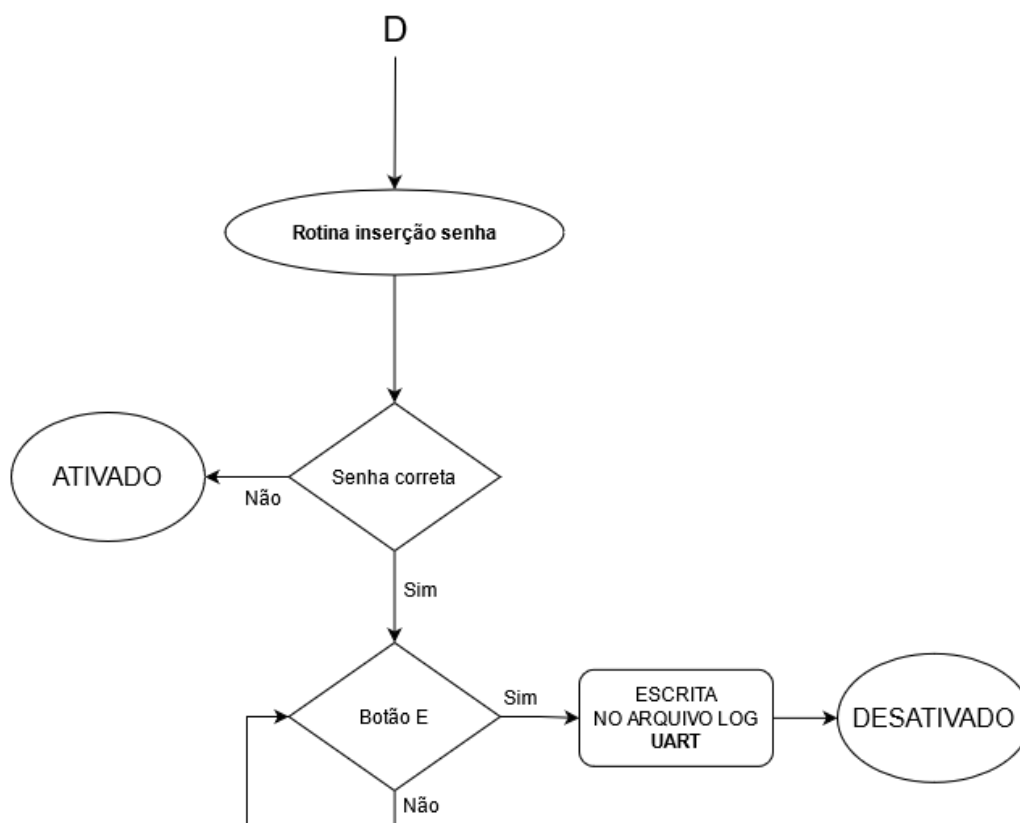
APÊNDICE A - Rotina de programação de associação, habilitação de sensores e zonas e definição do tempo dos temporizadores.



## ROTINA DE ATIVAÇÃO

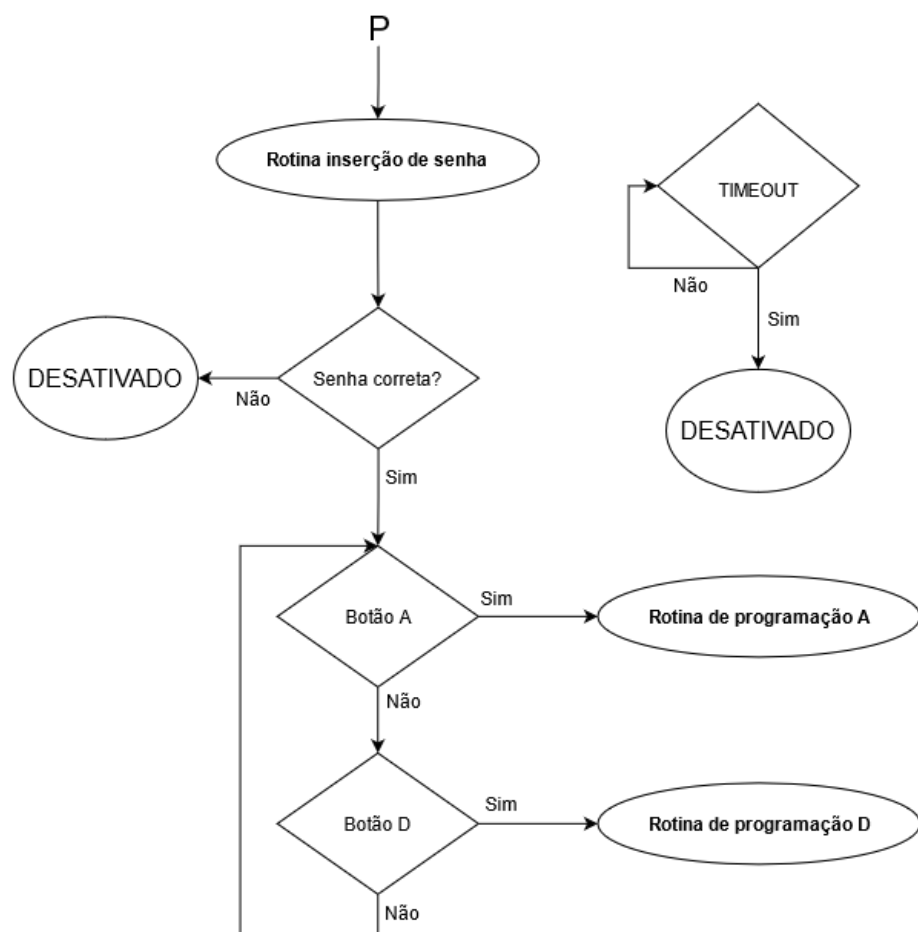


## ROTINA DE DESATIVAÇÃO





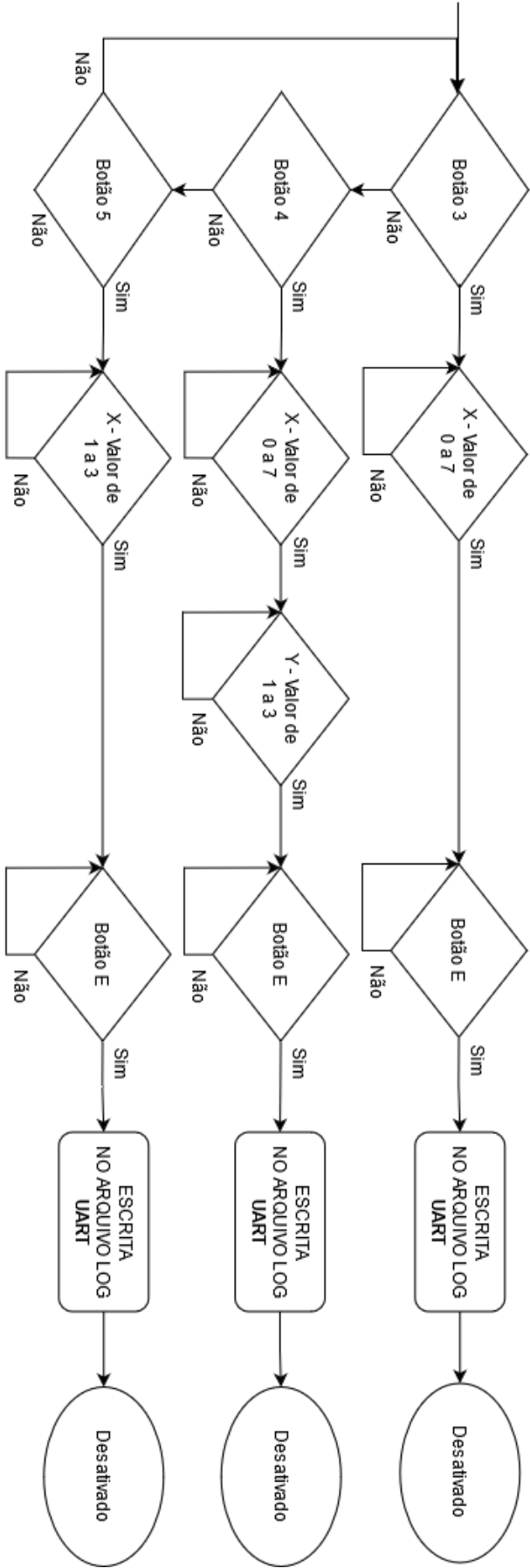
# ROTINA DE PROGRAMAÇÃO



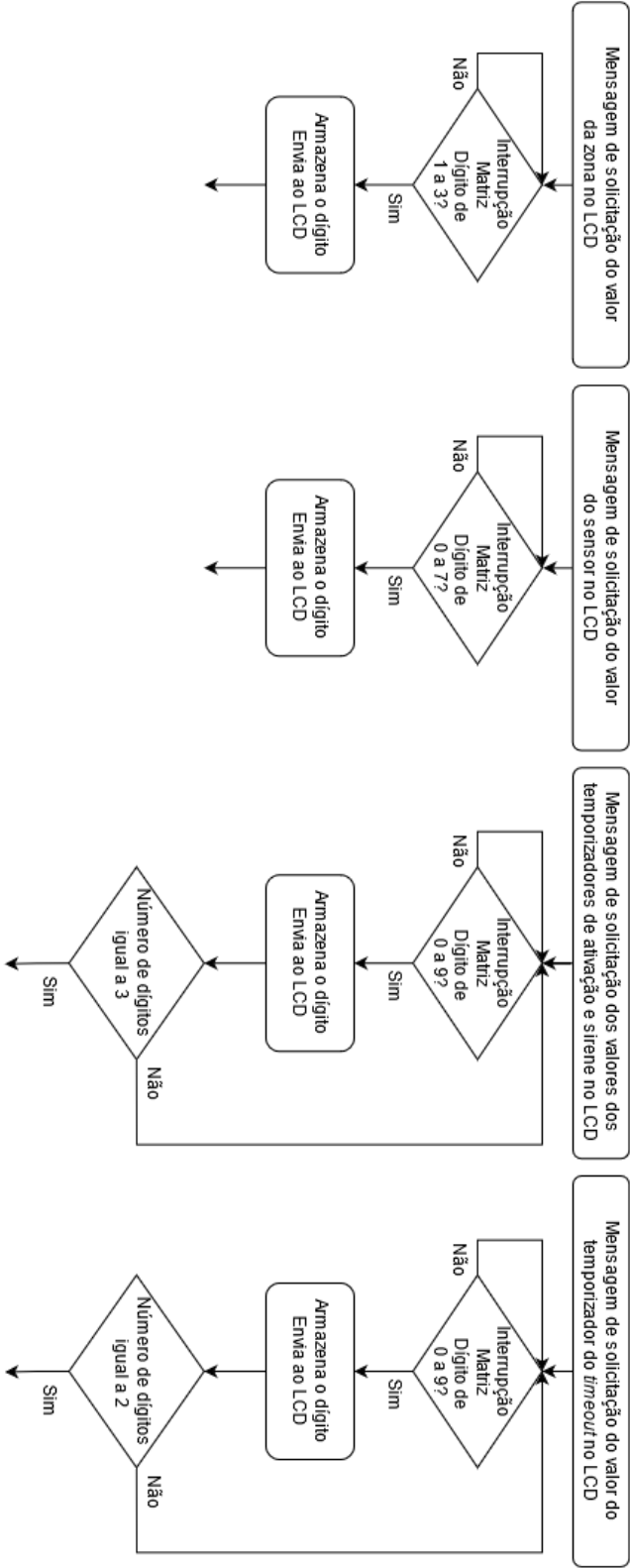
# ROTINA DE INSERÇÃO DE SENHA

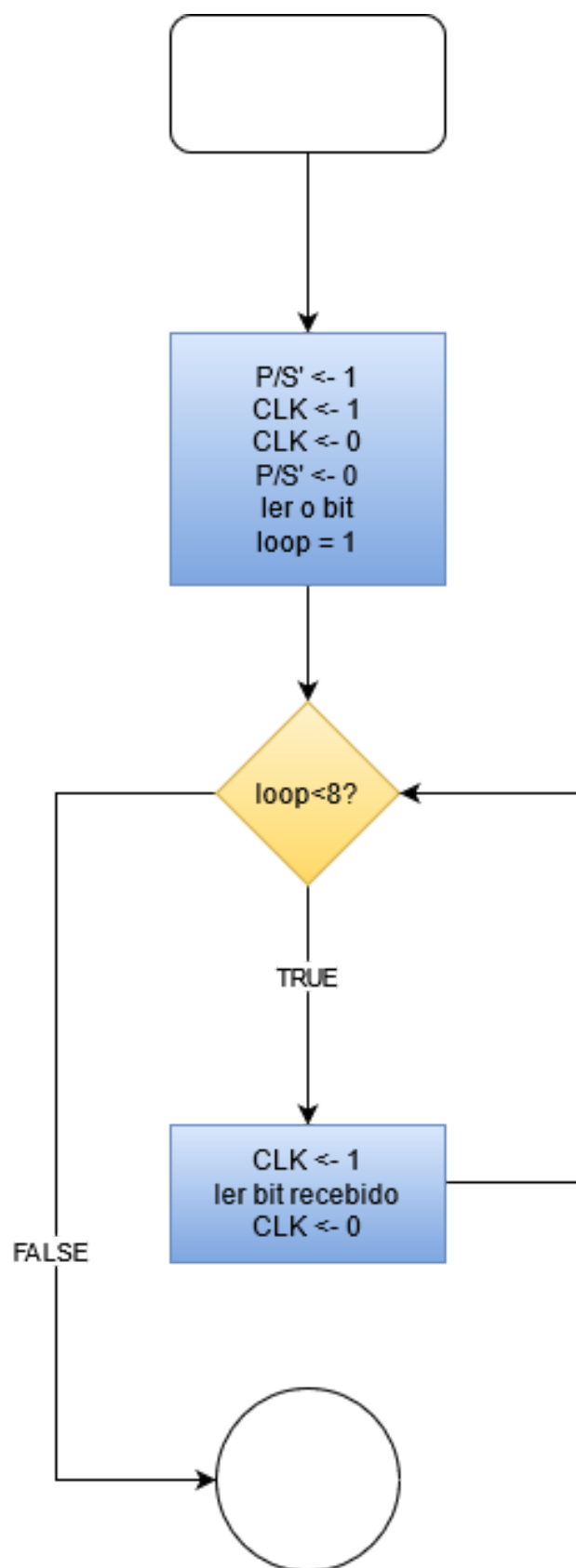


# ROTINA DE PROGRAMAÇÃO D



# ROTINA DE ENTRADA DE X E Y





## APÊNDICE B - Máquina de Estados.

