

BATHnatic.

Banheiro público com descarga automática, sensor de presença e controle de iluminação.

Alexandre Henrique Pires Rocha

Engenharia Eletrônica - Faculdade do Gama
Universidade de Brasília
Brasília, Brasil
alexandre.hpr@outlook.com

Bruna Medeiros da Silva

Engenharia Eletrônica - Faculdade do Gama
Universidade de Brasília
Brasília, Brasil
br.medeiros@hotmail.com

Resumo — Este documento contém informações técnicas do projeto BATHnatic a ser desenvolvido como projeto final da disciplina de Eletrônica Embarcada. Trata-se de um projeto de automatização a ser utilizado, principalmente, em banheiros públicos e que visa o monitoramento e controle básico da higiene, limpeza e iluminação local.

Palavras-chave — *Automatização, controle, monitoramento, higiene e descarga automática.*

I. INTRODUÇÃO

Banheiros públicos são locais utilizados por diversas pessoas e, por isso, acaba sendo extremamente comum e esperado o fato de que eles se sujam com muito mais frequência do que banheiros residenciais ou até mesmo quaisquer outros lugares públicos. Um dos principais fatores a ser considerado é o não-acionamento da descarga após o uso do vaso sanitário, o que torna o uso desses lugares muito mais desagradável e faz com que mesmo sendo algo feito para uso da população, a mesma não consiga aproveitar do recurso, que se torna uma demonstração da falta de respeito entre os cidadãos e um sinônimo de anti-higiene pessoal para os que tentam utilizá-lo.

Pensando nisso, está sendo proposto um mecanismo baseado no microcontrolador MSP430, produzido pela Texas Instruments, trabalha em cima do monitoramento e da automatização parcial dos principais mecanismos dentro de um banheiro público. O projeto pode ser dividido em 3 (três)

partes: automatização, monitoramento local e monitoramento remoto.

A automatização será aplicada em duas partes do banheiro: Na descarga automática e no controle da iluminação. A primeira será ativada sempre que o usuário utilizar o banheiro, logo após sua saída e com um intervalo mínimo para uma nova descarga. Para a segunda, serão utilizados o sensor de movimento e o LDR para que a luz só acenda no momento em que houver necessidade de uma iluminação adicional e que houver alguém no local.

O monitoramento local será realizado através de uma placa simples à frente ou ao lado da porta do banheiro que indicará através de LEDs RGB a situação do banheiro em relação à ocupação e à disponibilidade ou não de papel higiênico.

O monitoramento remoto será realizado via Wi-Fi e visa comunicar aos responsáveis se há ou não uma das situações descritas no monitoramento local, permitindo um controle maior de uso e um monitoramento mais eficiente sobre o serviço prestado pelos funcionários e sobre a limpeza do local.

O objetivo deste projeto é fazer com os alunos se familiarizem com o microcontrolador e consigam implementar um projeto que possa contribuir com a higiene em ambientes públicos, a fim de tornar o uso deste recurso mais agradável e de contribuir com a equipe de limpeza do local, auxiliando-os no controle da limpeza nesses ambientes.

II. DESENVOLVIMENTO

A. Requisitos

Para a execução do projeto serão necessários alguns materiais. São esses:

- Microcontrolador MSP430G2 ou MSP430G2ET;
- Sensor de presença;
- Motor de passo (para acionar a descarga);
- Sensor de peso;
- Sensor LDR;
- LEDs RGB;
- Placa de madeira, plástico ou metal;
- Módulo Wi-Fi ESP8266-01;
- Fios e cabos para conexão entre componentes.

O microcontrolador será responsável por processar todos os dados e garantir que o sistema responda da maneira desejada. O Sensor de movimento indicará a presença de pessoas no banheiro e irá gerar dados importantes que vai determinar muitas funcionalidades no banheiro, como acendimento da luz e acionamento da descarga. O motor será responsável por levantar a válvula da caixa e acionar a descarga. O sensor de nível de água indicará se o sistema do vaso sanitário está descartando a água de maneira correta e no tempo adequado, indicando se ele está entupido ou não. O LDR irá atuar em conjunto com o sensor de presença de tal forma que a luz do banheiro será acionada quando não houver luminosidade e quando houver a presença de alguma pessoa no banheiro (quando houver a detecção de movimento), caso contrário, o banheiro permanecerá com a luz apagada. O sensor de peso e o sensor IR detectarão se há ou não papel higiênico no suporte. Os LEDs servirão como uma espécie de indicação visual do estado do banheiro no painel, informando tanto usuários quanto à equipe de limpeza que se aproximar do local. O módulo Wi-Fi será responsável pelo compartilhamento/envio dessas informações.

B. Benefícios

Os benefícios que podem ser gerados pela construção e instalação deste mecanismo em um banheiro público real são:

- Maior higiene dentro dos banheiros;
- Prevenção de odores e problemas futuros causados pelo acúmulo de resíduos nos sanitários;
- Auxílio à equipe de limpeza;
- Monitoramento constante sem a necessidade da atuação de pessoas no local;
- Melhor atendimento à população;
- Economia de energia elétrica;

- Maior privacidade para o usuário, por ter um display eletrônico que avisa se o banheiro estiver ocupado.

C. Estado da Arte (estudo bibliográfico)

Com relação ao mercado e à indústria, o que já existe disponível para compra e venda é:

- Válvula de Descarga Sensorizada, porém, que não considera a possibilidade de o usuário já tê-lo feito;
- Exaustor que elimina o odor e o vapor advindo do chuveiro, mas que não possui nenhum mecanismo automatizado;
- Também já existe no mercado vários sistemas de iluminação automática onde a luz é acesa e apagada de acordo com a luminosidade externa do local em que o sistema está instalado;
- Papeleira (sem nenhum nível de automatização);
- No Aeroporto Nacional de Narita, Japão, as pessoas podem usufruir de vasos sanitários com descarga automática e de um painel com controle de funções como um jato d'água para higiene feminina;
- Mecanismo de automação de banheiros focados em deficientes físicos. Constituído para um TCC, em 2010, e realiza funções como abertura automática da porta, LED indicando que o banheiro está ocupado, mecanismo de reação para queda de energia, iluminação automática e tentativa de aviso caso haja uma demora incomum da pessoa dentro do banheiro, indicando que a mesma pode ter caído ou passado mal no interior do mesmo. Também há a possibilidade de acessar o banheiro manualmente caso alguém detecte que está ocorrendo algum problema.

III. FUNCIONAMENTO

1. O sistema começa a entrar em ação quando o usuário entra no banheiro, acionando o sensor de movimento, indicando automaticamente que o banheiro está ocupado (Isso pode ser observado nos *Anexos* no código 2. O sensor de movimento é digital, portanto as informações que ele gera é nível alto para movimento detectado e nível lógico baixo para ausência de movimento, portanto quando o sensor resultar em nível lógico alto, essa informação será processada pelo microcontrolador e acionará o LED vermelho e apagará o LED verde. Quando o sensor de movimento estiver em nível lógico baixo, o contrário do caso dito anteriormente ocorrerá);
2. Se estiver escuro o suficiente (conforme definido no código do microcontrolador), as luzes são acesas.

Caso contrário, nada ocorre (Isso pode ser observado no *Anexo* no código 1. O código faz a leitura das informações fornecidas pelos sensores de presença e LDR e a partir daí só aciona o LED [utilizado para fins de testes] se e somente se, o sensor de presença detectar movimento e o LDR indicar baixa luminosidade, ou seja, quando o LDR estiver com alta resistência.);

3. Na porta, acenderá o LED vermelho central (num pequeno quadro) indicando que há alguém dentro do banheiro;
 - a. Caso o usuário saia do banheiro, o LED verde central é acionado, indicando que o banheiro está livre (código 2);
 - b. A descarga será acionada se o usuário passasse o tempo mínimo de 20 segundos no banheiro (tempo arbitrário, porém utilizado como o tempo mínimo para que o usuário use realmente o banheiro), evitando assim desperdício de água e acionamento desnecessário do sistema (O código 3 ilustra essa parte, mas este ainda está em desenvolvimento. O código referenciado não está considerando o sensor de presença, pois foi desenvolvido quando os estudantes ainda não possuíam tal componente. Portanto, foi feita uma adaptação, já que o sensor é digital [resulta em 0s e 1s]. Foi utilizado um botão, onde quando ele fosse pressionado iria representar o sensor de movimento gerando o valor 1 [nível alto], portanto a descarga seria acionada e caso contrário a descarga permaneceria em seus estado inicial. Além disso, o código considera um tempo mínimo de permanência no banheiro [o código usa 10 apenas para teste, mas logo será corrigido para 20 segundos]. Quando o botão é pressionado [sensor de presença detecta movimento] inicia-se uma contagem [tempo mínimo que a pessoa tem que passar no banheiro] e quando essa contagem se finaliza a descarga é acionada).
4. Com o usuário dentro do banheiro após um período de 20 segundos, a descarga será acionada automaticamente quando o mesmo se retirar do banheiro;
 - a. Caso o usuário aperte a descarga manualmente, um sensor de nível de água dentro da caixa do banheiro em combinação

com o sensor de presença impedirão que a descarga seja acionada duas vezes, ou seja, se o nível de água dentro da caixa está baixo, não houve nenhuma alteração em seu estado e o sensor indica que a pessoa ainda está no banheiro, significa que ela acionou a descarga.

5. Um sensor de peso indicará se há ou não papel higiênico e, no caso de um mal funcionamento do mesmo, será utilizado também um sensor IR seguidor de linha, que indicará se houver uma cor mais escura no suporte, indicando que não há papel. Nesse caso, devemos limitar o uso deste sensor apenas a papéis brancos com um rolo escuro. Essa informação (se há ou não papel disponível para uso no local adequado) aparecerá no quadro na porta do banheiro e no sistema de controle via Wi-Fi;
6. Caso o sensor detecte que a descarga foi acionada (motor foi acionado), mas o outro sensor (no vaso sanitário) não detecta a água abaixando num período de 15 segundos (arbitrado como longo demais para uma situação normal), significa que o banheiro está entupido, acionando assim o LED vermelho específico para este caso no quadro da porta do banheiro (figura 3);
7. Todas essas informações serão enviadas via Wi-Fi para um PC, podendo alertar o responsável pela limpeza a situação sanitária e a necessidade ou não de um cuidado adicional sobre o local.

OBS: É importante ressaltar que os códigos citados no item *Anexos* ainda estão em processo de aperfeiçoamento, o incluirá a junção dos blocos/subsistemas em um único código, alteração da linguagem da plataforma arduino para a linguagem da plataforma MSP430. Além disso, em virtude dos temas de conversão digital/análogica e comunicação serial não terem sido completamente abordadas até a construção deste documento, os códigos em MSP430 sofreram atrasos em suas construções, por isso não se encontram anexados neste.

O dispositivo para monitorar e acionar a descarga automaticamente foi pensado, a princípio, para vasos sanitários como o presente nas figuras 1 (desconsiderar escalas e dimensões) e 2. O projeto foi pensado para esses modelos devido à caixa ser externa e próxima do vaso, ter maior mobilidade e facilidade de instalação do mecanismo, etc. Entretanto, o projeto pode ser futuramente repensado e reprojetado para que o dispositivo possa funcionar em quaisquer modelos de vasos sanitários.



Fonte: Madeira Madeira

Figura 1. Esquemático de vaso sanitário.



Fonte: Leroy Merlin

Figura 2. Exemplo de vaso sanitário para o projeto.

Na figura 3 é possível observar um esboço de como seria o painel com as informações básicas de funcionamento e uso a respeito do banheiro. Quando o banheiro estiver em perfeitas condições de uso (para os parâmetros considerados, obviamente), as luzes no painel serão verdes; entretanto, caso haja algum problema em um ou mais parâmetros, seus respectivos LEDs vermelhos acenderão, facilitando e acelerando assim a identificação e o processo de correção de problemas relacionados, além de informar a situação do local ao próprio usuário.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 3. Quadro para monitoramento.

IV. CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Dados os avanços no projeto, tanto em seu conceito e definição, quanto em sua implementação, pode-se dizer que, apesar de situações de funcionamento parcial ou de não funcionamento devido à dificuldade na implementação em determinados módulos, como, por exemplo, o módulo Wi-Fi ESP8266-01, que ainda necessita ser devidamente configurado, ou o sensor de nível de líquidos para o vaso, cerca de 80% do projeto está devidamente estruturada e definida. O próximo passo para a implementação e complementação do projeto é convertê-lo para a linguagem C utilizada no MSP.

REFERÊNCIAS

- [1] DRACO. Válvula de Descarga Sensorizada Eco. Disponível em: <<http://www.dracoeletronica.com.br/descargas/descargas-embutir/descargas-sensor/descarga-sensorizada-embutir-eco-90.490.htm>>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [2] MERCADO LIVRE. *Exaustor para Banheiro*. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-989579213-exaustor-banheiro-150mm-exb150-ventisol-220v-sensor-presen-_JM>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [3] LEROY MERLIN. *Vaso Sanitário para Caixa Acoplada Diamantina Icasa*. Disponível em: <https://www.google.com/shopping/product/14230547499734890463?lsf=seller:101617997,store:3186096953533292675&prds=oid:4966553710133936349&q=tipos+de+descarga+em+vaso+sanitario&hl=pt-BR&ei=K0SPW9jTKMO-wATo4anYDA&lsf=gclid:CjwKCAjw2rjcBRBuEiwAheKeL5MYWK7noFjgE2qIvvgDzuUPXaqAzjNOVHgL9DJ3CkCqNRVoJsMoCxoCA_IQAvD_BwE>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [4] EMBARCADOS. *Como medir o nível de água com Arduino*. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/medindo-o-nivel-de-agua-com-arduino/>>. Data de acesso: 04 de Setembro de 2018.
- [5] TAVARES, Eduardo. *Os aeroportos mais modernos*. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/mundo/os-aeroportos-mais-modernos-2/>>. Data de acesso: 10 de Outubro de 2018.
- [6] ALVES, Ronaldo; VASCONCELOS, Ednaldo; SILVA, Naíse; Carlos, JOSÉ; MARINHO, Jaqueline; CEDRAZ Rodrigo. *Projeto de Automação (Banheiro Adaptado Automatizado Parte 1)*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=J5hFq44utdc>>. Data de acesso: 10 de Outubro de 2018.



ANEXOS

1. Código no software Energia para controle de iluminação

```
// OBS: LDR montado de forma a ampliar o sinal de acordo com a luminosidade captada
#define LDR_pin P1_3
//#define LED_pin P2_7
#define LED_pin P1_6
#define SENS P2_5

//long int count = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(LDR_pin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_pin, OUTPUT);
  pinMode(SENS, INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int input = map(analogRead(LDR_pin), 0, 1023, 0, 3500); // MAX = 1023 para 10 bits
  bool sen = digitalRead(SENS);

  Serial.print("\n Luminosidade:");
  Serial.println(input);

  if(sen == HIGH)
  {
    Serial.print("Movimento Detectado");
    if(input > 1500)
      digitalWrite(LED_pin, LOW);

    else
      digitalWrite(LED_pin, HIGH);
  }
  else
    digitalWrite(LED_pin, LOW);

  delay(100);
}
```



2. Código de controle da cor dos LEDs

```
#define RED_pin P2_3
#define GREEN_pin P2_4
#define DIG_SEN P2_5

void setup() {
// put your setup code here, to run once:
  pinMode(RED_pin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(GREEN_pin, OUTPUT);
  pinMode(DIG_SEN, INPUT);
}

void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
  int input = digitalRead(DIG_SEN);

  if(input == HIGH)
  {
    Serial.print("OCUPADO\n");
    digitalWrite(RED_pin, HIGH);
    digitalWrite(GREEN_pin, LOW);
  }

  else
  {
    Serial.print("LIVRE\n");
    digitalWrite(RED_pin, LOW);
    digitalWrite(GREEN_pin, HIGH);
  }
  delay(10);
}
```




3. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 1

```
#include <Servo.h>
#define servopin P1_3
#define inPin P2_5

#define angle_min 0
#define angle_max 180
#define time_d 10
Servo servo;

int onoff = 0;
int angle = angle_min;
bool updown = HIGH;
long debounce = 5;
long timeDb = debounce;
long count_d = time_d; // Tempo para que possa dar descarga novamente

int est = 0;
int sens = 0;      // variable for reading the pin status

void setup() {
    delay(2000);
    servo.write(angle);
    servo.attach(servopin);
    pinMode(inPin, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

}
```




4. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 2

```
void loop() {  
    sens = digitalRead(inPin); // read input value  
    Serial.print("Sensor: ");  
    Serial.print(sens);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("Estado: ");  
    Serial.print(est);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("OnOff: ");  
    Serial.print(onoff);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("Ângulo: ");  
    Serial.print(angle);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("\n");  
    // if(sens == LOW && timeDb >= debounce && count_d >= time_d) {  
  
    if(est==2 && timeDb >= debounce && count_d >= time_d) {  
        timeDb = 0;  
        onoff = 1;  
        delay(3000);  
        est = 0;  
    }  
  
    if (sens == HIGH)  
        est = 1;  
  
    if (est==1 && sens == LOW)  
        est = 2;
```

5. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 3

```
if (onoff == 1) {  
    count_d = 0;  
    if (angle >= angle_max && updown == HIGH)  
    {  
        angle = angle_max;  
        updown=LOW;  
        delay(10000);  
    }  
    else if (angle<=angle_min && updown==LOW)  
    {  
        updown=HIGH;  
        onoff = 0;  
        angle = angle_min;  
    }  
    if(updown==HIGH && angle<angle_max && onoff==1)  
    {  
        angle += 15;  
        servo.write(angle);  
    }  
    else if (angle>angle_min && updown == LOW)  
    {  
        angle -= 5;  
        servo.write(angle);  
    }  
}  
delay(200);  
timeDb++;  
count_d++; }
```