

Detector de proximidade ultrassônico para acessibilidade locomotora de deficientes visuais

Ana Beatriz Freires Ferreira
Universidade de Brasília – Faculdade do Gama
Programa de Engenharia Eletrônica
Brasília, Brasil
beatriz.ana2108@gmail.com

Priscilla Costa de Souza
Universidade de Brasília – Faculdade do Gama
Programa de Engenharia Eletrônica
Brasília, Brasil
priscillacostadesouza@gmail.com

I. INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia é necessário que cada vez mais a engenharia humana trabalhe e melhore no acesso de pessoas com deficiência. De acordo com o censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2016, 45,6 milhões de brasileiros possuem deficiência, sendo a deficiência visual a declarada mais comum, atingindo 3,6% da população. No entanto, apesar dos números significantes, há pouca difusão da tecnologia na acessibilidade.

Neste contexto, o já utilizado bastão guia para auxílio de locomoção de pessoas visualmente deficientes se tornou obsoleto diante da diversidade tecnológica atual. De acordo com Lugli et. al (2016), o bastão é em sua maioria rejeitada por seus usuários, por motivos estéticos e de ordem prática.

Buscando a inovação, a praticidade e melhoria da situação locomotora para acessibilidade de pessoas visualmente deficientes, a proposta é desenvolver um detector de proximidade ultrassônico em um calçado. Assim, o sistema aplicado ao vestuário do portador melhorará até mesmo o processo psicológico de aceitação, adaptação e imersão social do usuário. O sapato detector de proximidade permitiria a adaptação com o ambiente externo, pois seria mais confortável por seu algo usual, do cotidiano, e mais prático por ser algo que pode ser facilmente conciliado com a rotina do portador.

Segundo dados do World Report on Disability 2010 e do Vision 2020, a cada 5 segundos, 1 pessoa se torna cega no mundo. Considerando isso, o dispositivo é planejado e pensado para não apenas pessoas que nasceram com deficiência ocular, mas também as que adquiriram a deficiência durante a vida.

Considerando as possibilidades de desenvolvimento tecnológico foi escolhido o microcontrolador MSP430, por

possibilitar a aplicação da solução de forma mais barata e com menor gasto de energia.

O calçado detector de proximidade ultrassônico aplicado à realidade de deficientes visuais tornará a locomoção de seu usuário mais eficiente, segura e com menos imprevistos. A medição de distância é uma velocidade muito rápida, aproximadamente de 1540 m/s. Isso evitaria alguns acidentes que podem ocorrer com o uso apenas do bastão, pois ele é limitado a avisar o usuário de objetos inertes no espaço em sua maioria, não podendo prever a entrada de uma pessoa, animais, elementos que se movimentam no ambiente. O uso do calçado com o detector de proximidade ultrassônico tornaria o caminho do portador mais seguro em que pisos táteis, que eventualmente se desgastam antes mesmo do deficiente visual se acostumar com o novo relevo, não esperando pela mudança com o uso apenas do bastão. A pessoa pode não perceber a mudança e acabar se ferindo, tropeçando e caindo.

II. OBJETIVOS

A. *Projetar um detector de proximidade utilizando MSP430*

Utilizando um transdutor que emite uma série de pulsos ultrassônicos de curta duração que refletem no obstáculo cuja distância se deseja medir e a tecnologia digital do microcontrolador escolhido para controle e operação do sistema, a proposta é detectar obstáculos na locomoção do usuário.

B. *Tornar o dispositivo útil para o contexto de deficientes visuais*

Considerando a usabilidade e aplicação no cotidiano do usuário, para melhor adaptação do dispositivo, o sistema será aplicado ao seu calçado com um vibrador feito por um motor

de passo. As vibrações emitidas por ele serão sentidas pelo seu portador de forma a avisá-lo que há um obstáculo a frente.

III. REQUISITOS

Os requisitos de um projeto se dividem em:

A. Necessidade (Que pode ser aliado à utilidade do produto)

A utilidade do detector de proximidade vem de sua função: Tornar o trajeto de portadores de deficiência visual mais eficaz, com menos riscos de acidentes com o uso de um dispositivo tecnológico e útil.

B. Expectativa (O que o usuário espera do produto)

Espera-se que o produto sirva como um auxílio ao portador, para que ao sentir a vibração ele possa processar o comando de desviar do obstáculo. Assim, automatizando o ato de tatear o ambiente com o bastão para auxílio de pessoas com deficiência visual.

C. Restrição (As limitações do produto)

- O modo como será aplicado, em um sapato, tornará inacessível para ambientes com água ou muito úmidos, podendo degradar o circuito do produto.
- A programação necessária para diferenciar o obstáculo do chão ao caminhar exigirá um grande risco de erro pela precisão e funcionamento do sensor utilizado.

D. Interface (Relação do usuário com o produto)

Para tornar a adaptação mais prática, será adicionado um botão de iniciar/ desligar no circuito no calçado com o sensor ultrassônico acoplado na dianteira. Dentro do solado estará um placa de circuito impresso (PCB) com o restante do circuito acoplado com o microcontrolador MSP430.

IV. DESCRIÇÃO

O projeto utilizará os seguintes componentes para sua montagem:

1) Sensor ultrassônico HC-SR04

De acordo com o datasheet, esse sensor utiliza sinais ultrassônicos (40 KHz, acima da capacidade de audição do ouvido humano, que é de 20 KHz), para determinar a distância entre o sensor e o obstáculo. Ele pode medir distâncias entre 2 cm e 4 m, com precisão de 3mm. Seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus. Ele possui 4 pinos: Vcc (alimentação 5V), Trigger, Echo e GND.



Figura 1 – Sensor ultrassônico HC-SR04.

O funcionamento do módulo consiste basicamente em enviar um sinal que, ao atingir um obstáculo, voltará para o sensor. Com base nesse tempo entre o envio e recebimento, é calculada a distância entre o sensor e o objeto utilizando a velocidade do sinal.

É enviado um sinal com duração de 10µs ao pino Trigger, indicando que a medição terá início. Automaticamente, o módulo envia oito pulsos de 40 kHz e aguarda o retorno do sinal pelo receptor. Caso haja um retorno de sinal (em nível HIGH), determina-se a distância entre o sensor e o obstáculo utilizando a seguinte equação:

$$Distancia = \frac{(Tempo em HIGH \times velocidade do som)}{2}$$

A variável de saída deve ser a metade do produto do pulso com a velocidade por conta da ida e volta do sinal, assim adquire-se o tempo que ele percorre a distância duas vezes.

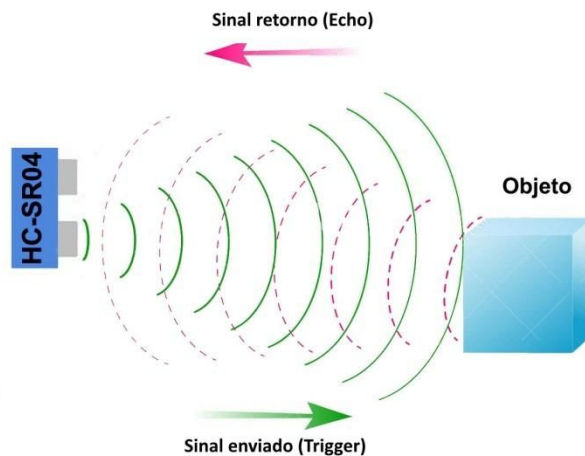


Figura 2 – Funcionamento do HC-SR04.

2) Vibracall

O vibracall possui um diâmetro de 10mm e largura de 2.7mm. Ele funciona pelo princípio da indução magnética, onde uma corrente elétrica passando por um fio, gera um campo magnético que atrai metais magnéticos. O dispositivo é uma espécie de motor, só que com o eixo fora do centro. Quando o motor começa a girar esse eixo fora do centro produz uma vibração, que é sentida fortemente. Seu funcionamento se dá em uma faixa de 3V à 5V.



Figura 3 – Mini motor Vibracall.

A partir da escolha dos componentes foi possível montar o diagrama lógico e o circuito de montagem de hardware para o projeto, considerando todos os GND iguais ao da placa:

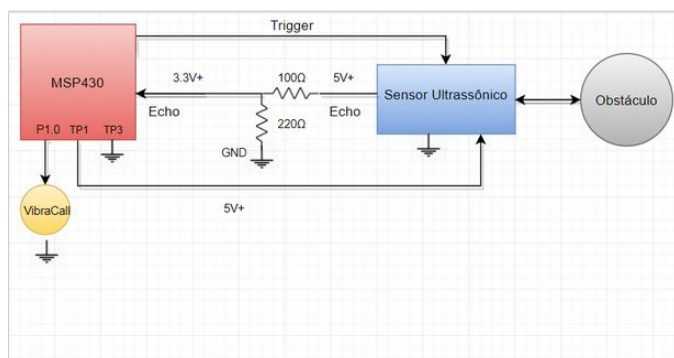


Diagrama 1: Circuito de Montagem

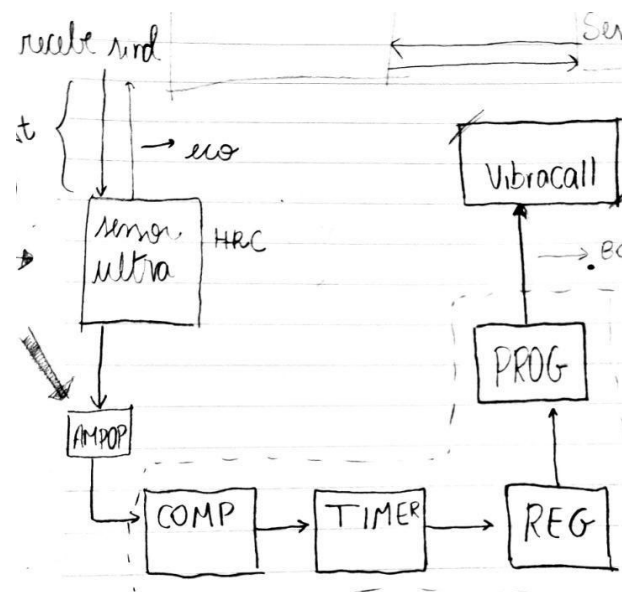


Diagrama 2: Programação do MSP430

Para o funcionamento do sistema conectado ao MSP430 é necessário uma programação em linguagem C utilizando a biblioteca msp430g2553.h. A lógica é como está demonstrado no diagrama 2. Será necessário um comparador, um timer, memória em registradores e uma lógica para controle do vibracall que irá ser utilizado na interface direta com o usuário.

Para as configurações gerais do MSP, foi efetuada a função:

```
void main(void)
{
    BCSCCTL1 = CALBC1_1MHZ;
    DCOCTL = CALDCO_1MHZ;           //Ligando
    submasterclock de 1mhz
    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;       // Desliga o
    Watchdog Timer

    CCTL0 = CCIE;                   // Setando o interrupt de
    captura
    CCR0 = 1000;                     // 1ms
    TACTL = TASSEL_2 + MC_1;         // SMCLK, Modo
    Up

    P1IFG = 0x00;                   //Limpando as flags de interrupção
    _BIS_SR(GIE);                   // Enable de interrupção
    global

    Definindo os valores dos pulsos para a função trigger
    e echo do sensor ultrassônico:

    while(1){
        P1IE &= ~0x01;
        P1DIR |= 0x02;              // P1.1 Pino de Trigger
        P1OUT |= 0x02;              // Gerando o pulso
    }
}
```

```

    __delay_cycles(10);          // 10us (duração do pulso)
    P1OUT &= ~0x02;              // Parando o pulso
    P1DIR &= ~0x04;              //P1.2 pino do Echo
    P1IFG = 0x00;                // Limpando a flag por
segurança
    P1IE |= 0x04;                // Habilitando a interrupção no pino do
echo
    P1IES &= ~0x04;              // Borda de subida do pino do echo
    __delay_cycles(30000);        // delay de 30ms
    distance = sensor/58;         // Transformando o pulso em
cm

    Para a lógica de funcionamento dos vibracalls
adicionados ao circuito foi feito:
    if(distance < 20 && distance != 0){
        P1DIR |= BIT6;
        P1OUT |= BIT6; } //P1.6 em HIGH se a distância for
menor que 20cm e diferente de 0
    else {P1OUT &= ~BIT6; }
    if (distance >=20 && distance <=50)
        {P1DIR |= BIT4;
        P1OUT |= BIT4; } //P1.4 HIGH se a distância for maior
igual a 20cm e menor igual a 50cm
    else {P1OUT &= ~BIT4; }
    if (distance >50) {
        P1DIR |= BIT0;
        P1OUT |= BIT0; } //P1.0 HIGH se a distância for maior
q 50
    else {P1OUT&= ~BIT0; }
    }
    }

```

A função obrigatória de interrupt utilizada para
 checar a borda de subida e descida do timer:

```

#pragma vector=PORT1_VECTOR
__interrupt void Port_1(void)
{
    if(P1IFG&0x04) //Checa se houve interrupção
    {
        if(!(P1IES&0x04)) // Checa se há borda de subida
        {

```

```

        TACTL|=TACLR; // Limpa o timer A
        microseconds = 0;
        P1IES |= 0x04; //Borda de descida
    }
    else
    {
        sensor = (long)microseconds*1000 + (long)TAR;
        //Cálculo do tamanho do pulso do ECHO

    }
    P1IFG &= ~0x04; //Limpa a flag de interrupção
    }
}

#pragma vector=TIMER0_A0_VECTOR
__interrupt void Timer_A (void)
{
    microseconds++;
}

```

REFERENCES

- [1] Swenor, Bonnielin K. et al. "Visual Impairment and Incident Mobility Limitations: The Health ABC Study." *Journal of the American Geriatrics Society* 63.1 (2015): 46–54. PMC. Web. 5 Sept. 2017.
- [2] LUGLI, Daniele et al. Bengala customizável para mulheres com deficiência visual. *Design e Tecnologia*, [S.l.], v. 6, n. 12, p. 44-53, dez. 2016. ISSN 2178-1974. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/det/index.php/det/article/view/383>>. Acesso em: 05 set. 2017.