Mão Protética

Amauri da Costa Junior
FGA
UNB-Universidade de Brasília
Gama,Brasil
Amauri.cj@hotmail.com

Thássio Gabriel Farias dos Santos
FGA
UNB-Universidade de Brasília
Gama,Brasil
Thassio.96@gmail.com

***Resumo*—Este documento mostra de forma detalhada a elaboração do projeto de uma mão protética controlada pelo microcontrolador MSP430 ao descrever toda a sua composição de Hardware e Software.**

Palavras-Chave—Mão, Prótese,Software,Hardware.

I. INTRODUÇÃO

A perda de um dos membros do corpo gera algum tipo dificuldade para a pessoa que o perdeu. Quando o membro perdido é a mão, funções básicas acabam sendo perdidas como, por exemplo, escrever e carregar objetos. Poder recuperar nem que sejam parcialmente essas funções, é sem duvidas algo desejado por aqueles que não conseguem mais executar essas funções e foi pensando nisso que se decidiu elaborar um projeto com foco nesse tema. Para que fosse possível recuperar essas funções, elaborou-se a ideia de criar uma mão protética.

Para controlar a mão tem-se como ideia usar o microcontrolador MSP430 que receberá em sua entrada um sinal analógico da deformação sofrida pelo Piezoelétrico e baseado nesse sinal será controlado de forma devida um servomotor.

II. DESENVOLVIMENTO

A. Descrição de Hardware

Para a realização deste projeto foi utilizada a seguinte lista de materiais

Table I. BILL OF MATERIALS

BILL OF MATERIALS		
ITEM	UNIDADE	QUANTIDADE
MSP430G2553 launchpad	CADA	1
PIEZOELÉTRICO	CADA	1
SERVOMOTOR	CADA	1
LINHA DE NYLON	METRO	1
MÃO DE PLASTICO	CADA	1
FITA ISOLANTE	METRO	3
Elástico	CADA	2
JUMPER	CADA	3
PULSEIRA ELÁSTICA	CADA	1

O hardware consiste em uma mão de plástico que possui fios de nylon que funcionam como tendões que são puxados por um servo motor controlado pela MSP430. O servo motor necessita de alimentação externa, pois a MSP430 não possui a corrente necessária para o motor funcionar como desejado. Também é utilizada uma pulseira onde fica o sensor de pressão que receberá dados do pulso do usuário, esses dados são enviados para o microcontrolador que processa esses sinais.

As conexões que compõem a parte eletrônica do projeto foram feitas de acordo com o anexo 1.

Nela, o servo recebe alimentação externa de uma bateria e sua entrada PMW se conecta ao pino 1.4 do servomotor. A Leitura do sinal enviado pelo piezoelétrico é feita pela porta 1.5. O botão utilizado é o que já vem instalado na launchpad e é equivalente ao pino 1.3.

B. Descrição de Software..

O software foi desenvolvido em linguagem C e assembly utilizando-se da biblioteca msp430G2553.h em C e a msp430.h em assembly, para serem utilizadas palavras chaves que se referem aos registradores, e clocks da msp430g2553.

Foram feitos dois códigos, um todo em linguagem C e o outro todo em assembly. O código em C possui um laço de repetição que lê o valor de tensão devolvido pelo sensor piezoelétrico, essa leitura é realizada a cada 20 milissegundos. Esse valor de tensão é transformado em valores que vão de 0 a 1023 pelo programa, com 0 sendo 0 volts, e 1023 sendo 3.6 volts. O programa então converte esse valor de tensão em um

valor de tempo, pois o motor é controlado pela quantidade de tempo que este recebe tensão.

O valor 0 é transformado em 5 milissegundos e faz com que o motor gire para a posição de 0° e o valor de 1023 é transformado para 22 milissegundos e gira o motor para aproximadamente 180°

O código em C também possui um interrupt que ocorre quando o botão da msp é apertado. Ele serve para calibrar o equipamento, mudando o seu funcionamento para cada tipo de usuário. Se a deformação do piezo não for suficiente para gerar 3.6 volts, ou seja, gerar um valor de 1023, a função não conseguirá devolver 22ms, pois o calculo funciona de acordo com a seguinte equação:

$$Tempo = \frac{17 \times Valor\ Recebido}{1023} + 5\ ms$$

Pensando nisso, inseriu-se uma segunda variável que diminui o divisor para que tempo do pulso consiga ser 22ms mesmo que a deformação não seja suficiente.

$$Tempo = \frac{17 \times Valor\ Recebido}{Valor\ Calibrado} + 5\ ms$$

O valor de Tempo na equação é o tempo que vai ser passado para a função atraso que controla o motor.

O Valor Recebido é o valor dado pela leitura analógica.

O Valor calibrado é um valor que começa em 1023 e toda vez que o botão é apertado ele é reduzido em 100 até que chegue em 423, ao chegar nesse valor ele é resetado para 1023.

O código em assembly foi feito como uma tradução do código em C, funcionando exatamente do mesmo jeito que o código em C, entretanto o interrupt no assembly não funcionou corretamente.

Tentou-se juntar os códigos, colocando alguma das funções de assembly junto com o resto do código em C, porém foram encontrados problemas, e o código nunca funcionava corretamente, por isso o código final foi feito todo em C.

III. Resultados

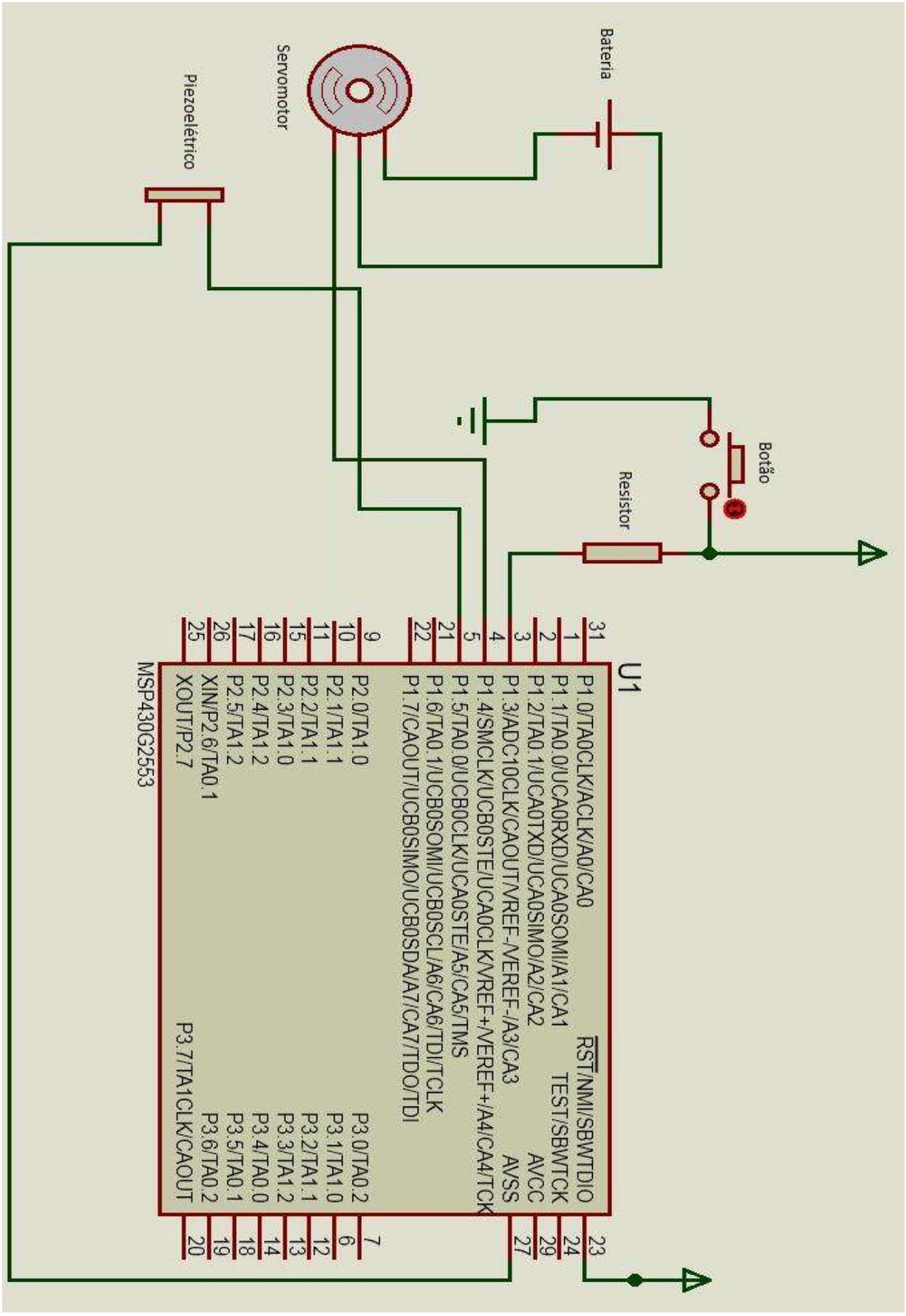
O conjunto hardware e software foi analisado e testado para se obter os resultados necessários, a pulseira foi colocada no braço da pessoa que iria realizar os testes, e então foi o hardware foi calibrado para o usuário, então foram realizados movimentos de abrir e fechar a mão para ver se a mão protética respondia corretamente.

A mão respondeu muito bem ao movimento da mão real, os dados obtidos pela pulseira são corretamente traduzidos para tempo no software e depois em movimento do motor.

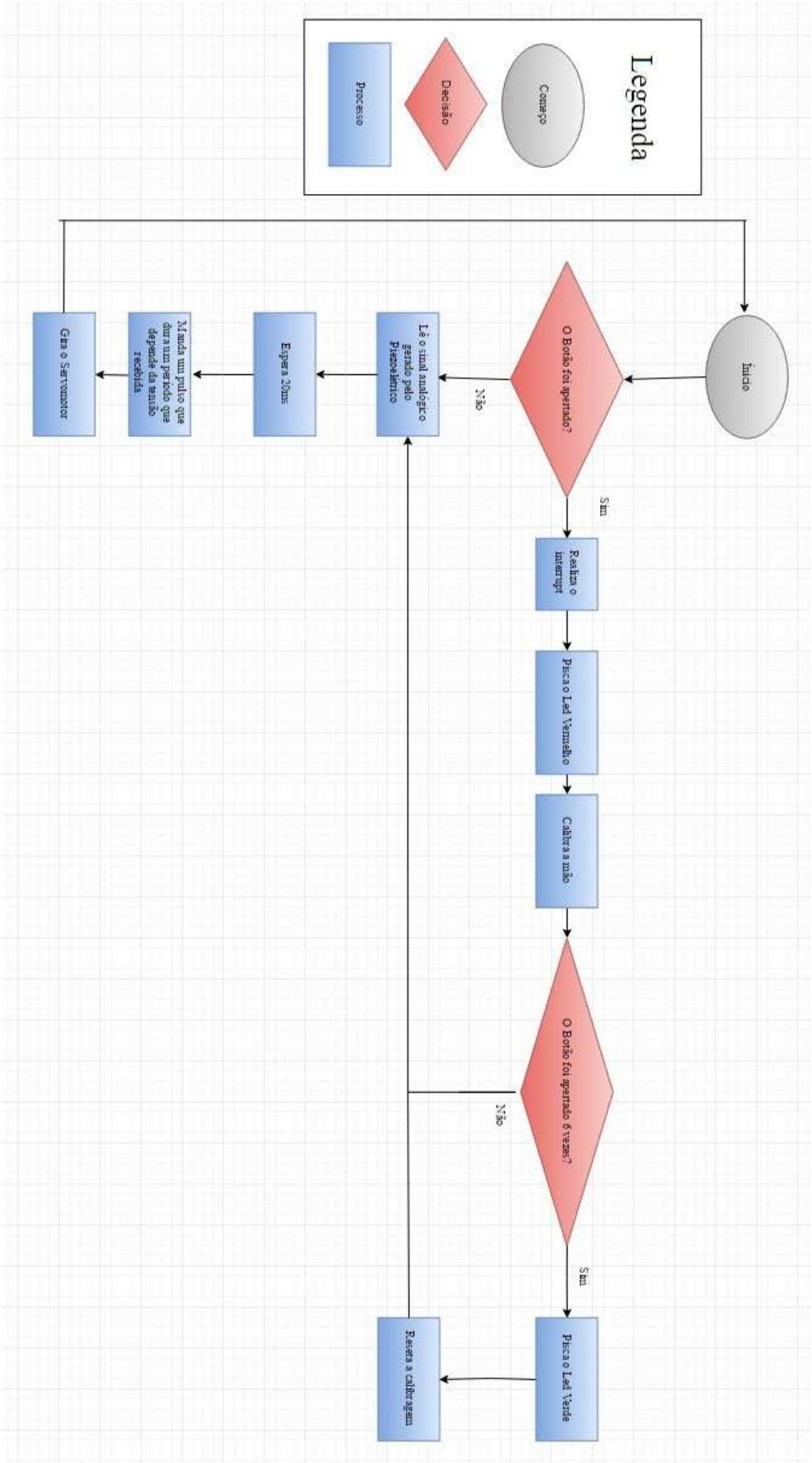
IV. Conclusão

Após a finalização do código, e a montagem da mão protética, pode-se concluir que tudo funcionou como o esperado de acordo com o que foi proposto, que era uma mão protética que repetiria os movimentos de abrir e fechar de uma mão humana. Apesar de alguns problemas, como a falta do assembly no código, e a falta de força na mão quando ela tem que voltar pra posição inicial, o conjunto hardware e software funcionou muito bem, lendo corretamente os valores vindos do pulso do usuário, e traduzindo esses valores para movimento do motor e consequentemente da mão protética.

Anexo 1 – Esquemático de montagem do projeto



Anexo 2 – Fluxograma do funcionamento do código



Anexo 3- Codigo em C

```
#include <msp430g2553.h>

unsigned int conta = 0;
unsigned int calibrador = 1023;

void atraso(volatile unsigned int x)
{
TACCR0 = 100-1;
TACTL |= TACLR;
TACTL = TASSEL_2 + ID_0 + MC_1;
while(x>0)
{
 x--;
 while((TACTL & TAIFG) == 0);
TACTL &=~TAIFG;
}
TACTL = MC_0;
}
int regrade3cal(unsigned int x, unsigned int c)
{
 int pwm;
 pwm = (x*17/c) + 5;

 return pwm;
}

void main(void)
{
{
unsigned int ValorRecebido;
int ValorAtraso;

WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;
ADC10CTL1 = INCH_5 + ADC10DIV_3 ;
ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SHT_3 + ADC10ON;
ADC10AE0 |= BIT5;
P1SEL |= BIT5;
BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ;
DCOCTL = CALDCO_1MHZ;
P1OUT = 0;
P1DIR |= BIT4 + BIT0 + BIT6;
P1REN |= BIT3;
P1OUT |= BIT3;
P1IE |= BIT3;
P1IES |= BIT3;
P1IFG &= ~BIT3;
_BIS_SR(GIE);

while(1) {
ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC;
ValorRecebido = ADC10MEM;
 ValorAtraso = 200;
 atraso(ValorAtraso);
 P1OUT |= BIT4;
ValorAtraso = regrade3cal(ValorRecebido, calibrador);
atraso(ValorAtraso);
 P1OUT ^= BIT4;
}
}
}


#pragma vector=PORT1_VECTOR
__interrupt void Port_1(void)
{
long int o;
P1OUT |= BIT0;
for(o=0;o<40000;o++);
calibrador = calibrador - 100;
conta = conta + 1;
P1OUT ^= BIT0;
if (conta == 6){
conta = 0;
calibrador = 1023;
P1OUT |= BIT6;
for(o=0;o<40000;o++);
P1OUT ^=BIT6;
}
P1IFG &= ~BIT3;
}
```

Anexo 4 – Subrotinas em assembly

```
; FUNÇÃO ATRASO

ATRASO:
        MOV.W #0x63,&TA0CCR0
        BIS.W #0x4,&TA0CTL
        MOV.W #0x210,&TA0CTL

WHILE: CMP #0,R12
       JEQ FINALATRASO
       DEC R12
WHILET:
        BIT.W #0x1,&TA0CTL
        JNC WHILET
        BIC.W #0x1,&TA0CTL
        JMP WHILE
FINALATRASO:
            CLR.W &TA0CTL

; FUNÇÃO REGRA DE 3
Regrade3:
mov.w #17, R14
call #Multiplicacao
mov.w R4, R14              ;R4 é o valor d
calibrador
mov.w R15, R8
call #Divisao
add.w #5, R10
jmp FIMMESMO
;R14 multiplicador
;R13 numero que ta sendo multiplicado
;R15 resultado
Multiplicacao:
mov.w R13, R15
mov.w R14, R12
cmp #0, R14
jeq CondiZero
cmp #1, R14
jeq FIM
Somas:
add.w R13, R15
cmp #2, R12
jeq FIM
dec.w R12
jmp Somas
CondiZero:
mov.w #0, R15     ;Resultado em R15
jmp FIM
FIM:
clr.w R12
ret
Divisao:
cmp R14, R8
jl Condi1
cmp #1, R14
jeq Condicao1
mov.w R14, R11
sub.w R14, R8
add.w #1, R12           ; R8/R14
Comparar:
dec.w R11
cmp R11, R8
jeq Resultado
cmp #0, R11
jeq Divisao
jmp Comparar
Condicao1:
mov.w R8, R12
jmp Resultado
Condi1:
mov.w #0, R12
jmp Resultado
Resultado:
mov.w R12, R10  ;Resultado dado em R10
clr.w R14
clr.w R12
clr.w R11
clr.w R8
ret
```