



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

## **Relatório de Microcontroladores**

# **CONTROLE DE MOTORES DC**

Amaral, Camilla Freitas

Cursando o terceiro ano do ensino médio e curso técnico em eletrônica  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
[camillafreitasamaral@hotmail.com](mailto:camillafreitasamaral@hotmail.com) | (31) 99423-6723 | (31) 3445-176

Cantero, Lorrane Lucille de Souza

Cursando o terceiro ano do ensino médio e curso técnico em eletrônica  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
[lorranelucille401@gmail.com](mailto:lorranelucille401@gmail.com) | (31) 99424-5973 | (31) 34423075

Arcanjo, Lucas de Sousa

Cursando o terceiro ano do ensino médio e curso técnico em eletrônica  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
[lucassarcujo@gmail.com](mailto:lucassarcujo@gmail.com) | (31) 98313-3236

Sales, Maria Júlia Assis

Cursando o terceiro ano do ensino médio e curso técnico em eletrônica  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais  
[mijuly1414@gmail.com](mailto:mijuly1414@gmail.com) | (31) 99762-0432 | (31) 2516-4434

**Turma:**

Eletrônica 3C

Julho de 2016  
Belo Horizonte

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo relatar o controle de rotação de dois motores de corrente contínua através de controle remoto, utilizando para alcançar este fim o microcontrolador MSP430G2553, além de um teclado para a inserção dos comandos, um transmissor e receptor RF, um circuito codificador e uma ponte H.

**Palavras-Chave:** Controle, Motor DC, microcontrolador, controle remoto, MSP.

## Sumário

Resumo .....	2
1. Introdução.....	4
2. Ideia Inicial.....	4
2.1. Imagem 1 – Diagrama de Blocos Inicial .....	4
3. Seções de Trabalho.....	5
3.1. Teclado.....	5
3.1.1. Imagem 2 – Módulo teclado.....	5
3.1.2. Imagem 3 – Fórmula Resistência .....	5
3.1.3. Tabela 1 - Queda de tensão típica de LED's conforme sua cor. ....	6
3.2. Circuito Codificador .....	6
3.2.1. Imagem 4 – Módulo Circuito Codificador .....	6
3.2.2. Imagem 5 – Diagrama em Blocos e Front-view do circuito integrado.....	7
3.2.3. Imagem 6 – Circuito Oscilador.....	7
3.2.4. Imagem 7 – Diagrama em Blocos.....	8
3.3. Transmissor.....	8
3.3.1. Imagem 8 – Módulo Transmissor.....	8
3.3.2. Imagem 9 – Fórmula Comprimento Elétrico.....	9
3.3.3. Imagem 10 – Fórmula Ganho da Antena.....	9
3.4. Receptor RF .....	9
3.4.1. Imagem 11 – Módulo Receptor RF .....	10
3.5. Decodificador (CIHT12D).....	10
3.5.1. Imagem 12 – Módulo Decodificador .....	10
3.6. Buffer (CI74HC07) .....	11
3.7. Microcontrolador (MSP430G553) .....	12



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

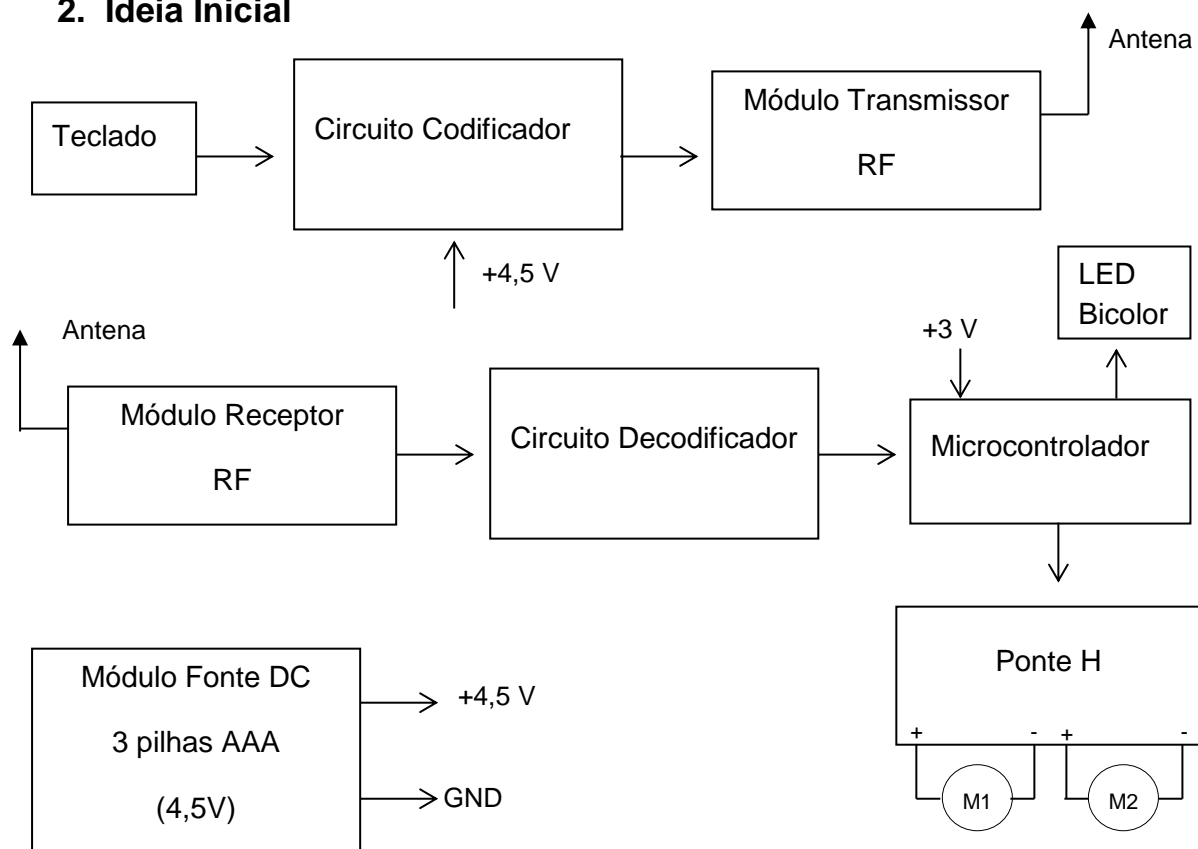
3.7.1.	Imagem 14 - Módulo Microcontrolador.....	12
3.8.	Ponte H .....	13
3.8.1.	Imagem 15 – Módulo Ponte H .....	13
3.9.	Motores .....	14
3.10.	Fonte DC.....	14
3.10.1.	Imagem 16 – Módulo Fonte DC .....	14
4.	Diagrama Eletrônico (ISIS) .....	15
4.1.	.....	16
4.1.	Imagem 17 - ISIS .....	16
5.	Design de Placa de Circuito Impresso (ARES) .....	17
5.1.	Imagem 18 – ARES Módulo de controle.....	17
5.2.	Imagem 19 – ARES Módulo de Comando.....	18
6.	Conclusão.....	18
7.	Apêndice.....	18
7.1.	Código Fonte .....	18
7.2.	Diagrama Buffer M74HC07.....	22
8.	Referências .....	23

## 1. Introdução

Desenvolvido por alunos do terceiro ano do curso técnico de eletrônica, o projeto relatado teve como objetivo de criar um sistema de controle para o sentido de rotação de dois motores de corrente contínua através de controle remoto. O trabalho é baseado em dois módulos, um contendo o sistema de comando e outro com o sistema de controle.

O sistema de comando é composto por um teclado, um circuito codificador e um transmissor RF. Ele é responsável pela coleta de informação externa e transmissão destes dados para o módulo de controle. Já o sistema de controle é constituído por um receptor RF, um circuito decodificador, um microcontrolador (MSP430G2553) e uma ponte H. Este módulo recebe a informação e controla, de acordo com o dado recebido, os motores, ligados na ponte H. Através de um LED bicolor, será indicado o sentido de rotação selecionado do motor habilitado.

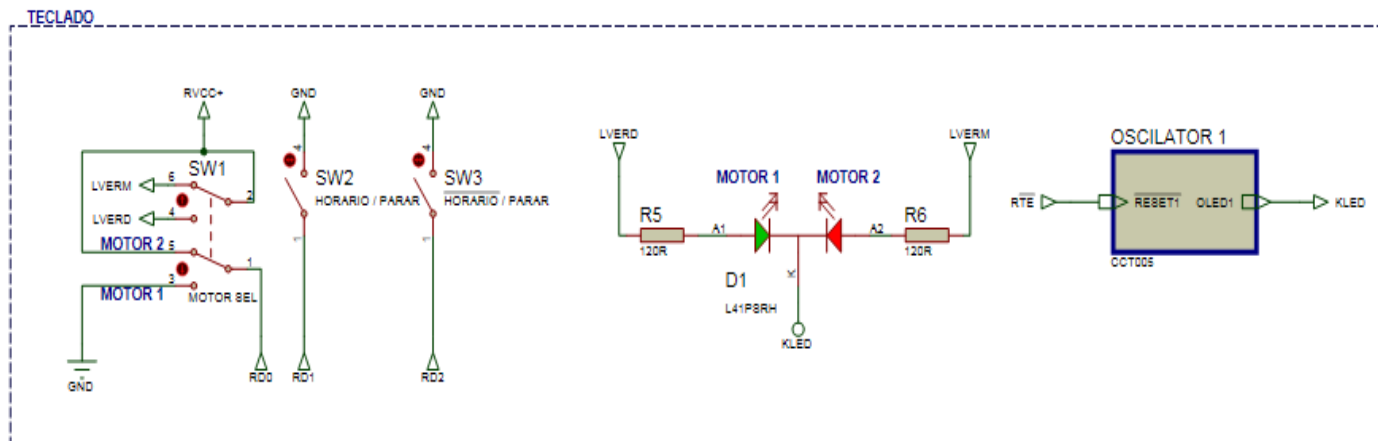
## 2. Ideia Inicial



2.1. Imagem 1 – Diagrama de Blocos Inicial

### 3. Seções de Trabalho

#### 3.1. Teclado



3.1.1. Imagem 2 – Módulo teclado

Parte constituinte do sistema de comando, onde é selecionado determinado motor, de acordo com a chave SW1-MOTOR SEL (esta não se enquadra no tipo Push Botton). A lógica da chave SW1 se baseia em duas chaves independentes acopladas funcionando em sincronismo. A chave superior alimenta um dos Led's cuja função consiste na indicação do motor selecionado. Esta seleção é feita através do sinal enviado pela chave inferior ao codificador.

É importante salientar que o sinal de corrente proveniente da tensão que alimentará o diodo emissor de luz deverá ser regulada através de uma resistência posta em série, cujo valor pode ser definido a partir da fórmula:

$$R = (V - VD)/I$$

3.1.2. Imagem 3 – Fórmula Resistência

Onde:

- R é a resistência que deve ser ligada em série como LED (ohms).
- V é a tensão contínua de alimentação.
- Vd é a queda de tensão no LED dada pela tabela 1
- I é a corrente no LED.

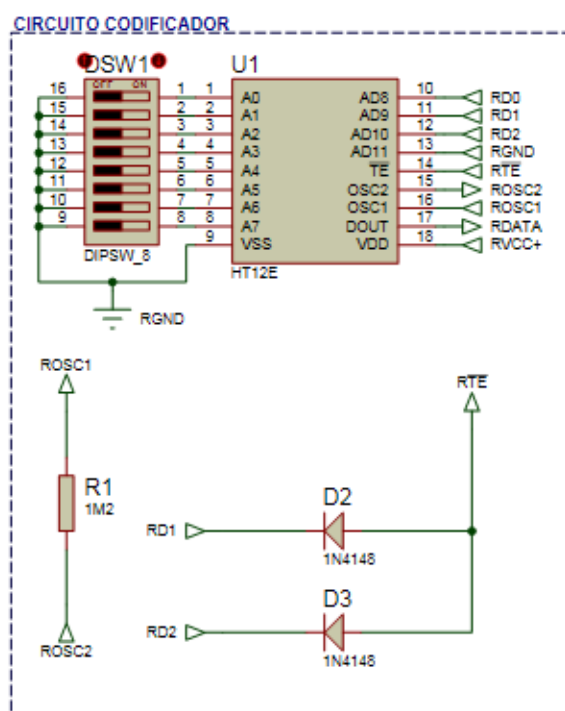
Cor	Vd
Vermelho	1,6
Laranja	1,8
Amarelo	1,8
Verde	2,1
Azul	2,7
Branco	2,7

3.1.3. Tabela 1 - Queda de tensão típica de LED's conforme sua cor.

Define-se o sentido de rotação do motor previamente selecionado, por meio das chaves SW2 (horário) e SW3 (anti-horário). Quando qualquer uma das chaves não estiver pressionada ou se for pressionada duas vezes pelo operador, para-se o motor em questão.

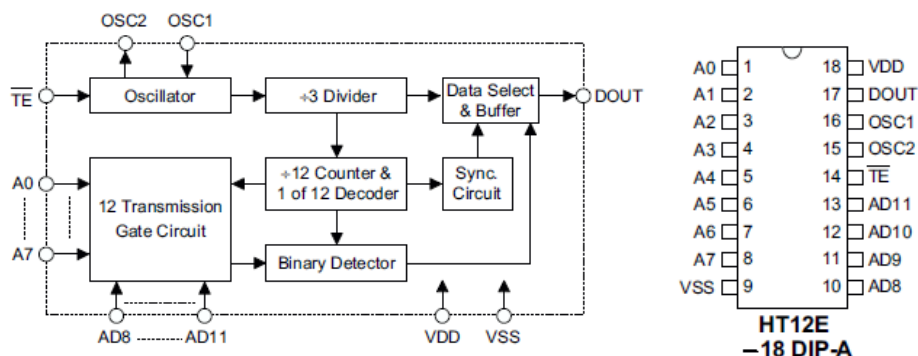
Os sinais transmitidos aos resistores acoplados às chaves (SW2 e SW3) são enviados como nível baixo através de RD1 E RD2.

### 3.2. Circuito Codificador



3.2.1. Imagem 4 – Módulo Circuito Codificador

O circuito integrado (CI) HT12E Constitui-se de 8 bits de endereçamento fixo mais 4 bits que podem ser tanto de endereços como de dados. Esses bits trabalham em dois estados: alto e baixo. Pelo fato do componente ser de padrão alto, os pinos “em aberto” – não conectados a nada – ficam com nível alto, ou seja, para lidar-se com o arranjo de endereços e dados, é necessário lançar níveis baixos – 0V – para os determinados pinos. Os 12 bits são enviados em forma de palavra código e são habilitados à transmissão quando recebem um pulso baixo em seu gatilho, além disso, um circuito oscilador se faz necessário.

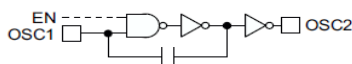


3.2.2. Imagem 5 – Digrama em Blocos e Front-view do circuito integrado

### Características dos pinos

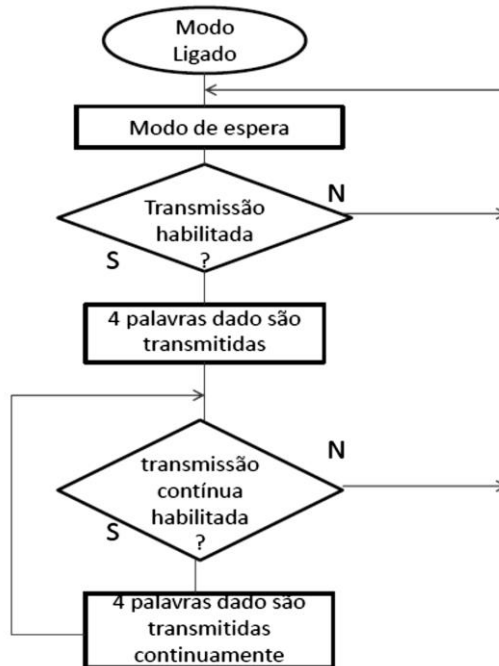
- A0-A7: Pinos que realizam o sincronismo entre o codificador e o decodificador. Para os níveis lógicos necessários à etapa de sincronismo, utiliza-se a chave Dip Switch DS (DSW1), que garantirá o estado de entrada de A0-A7.
- AD8-AD11: Pinos de entrada de dados. Estes são recebidos através dos sinais/níveis lógicos transmitidos pelo teclado.
- DOUT: Conduz os dados codificados serialmente ao módulo transmissor RF.
- TE/: Pino de habilitação do circuito codificador (ativo em nível lógico 0).O mesmo será habilitado através da lógica AND constituída a partir dos Diodos PN (D2 e D3), que emitirá nível baixo, ao pino em questão, de acordo com os sinais recebidos por RD1 e RD2 através das chaves de comando de rotação. RD0 não será necessário à lógica AND, logo que este é apenas um modo de seleção do motor que será habilitado.
- OSC 1/2: Possui função de coordenar o processo de criação das palavras através de pulsos bem definidos. Dessa forma, garante-se que estas serão formadas coerentemente e que não haverá perda de informação durante o encaminhamento à transmissão.

### OSCILLATOR 1



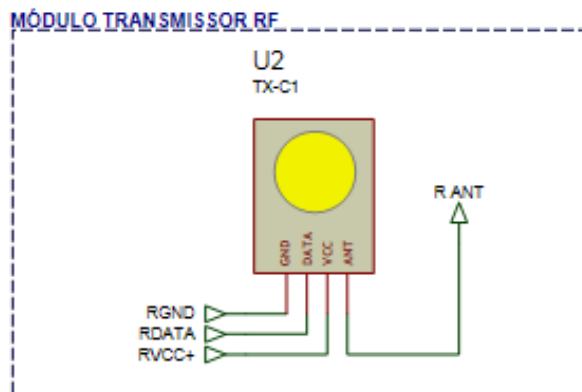
3.2.3. Imagem 6 – Circuito Oscilador

O oscilador é composto de um circuito RC simples, porém apenas o fator resistivo pode ser manipulado, dado que a capacitância é fixa e inerente ao integrado. A frequência de operação típica do CI HT12E é de 3KHz, assim como a alimentação típica é de 5V. Dessa forma, para gerar a oscilação adequada, é indispensável a presença de um resistor de aproximadamente 1MΩ conectado entre os pinos OSC1 e OSC2. VSS e VDD: Pinos de alimentação do CI (4,5).



3.2.4. Imagem 7 – Diagrama em Blocos

### 3.3. Transmissor



3.3.1. Imagem 8 – Módulo Transmissor

Componente responsável por modular a mensagem oriunda do codificador em uma portadora em radiofrequência para então, ser transmitida através de uma antena.

- DATA: Entrada de dados fornecidos pelo pino DOUT.
- ANT: Transmissor designado especificamente para controle remoto via wireless.
- VCC e GND: Pinos de alimentação do CI (4,5 V).



O circuito opera em 434MHz, com portadora modulada em ASK – *Amplitude-Shift Keying* – com 10kbps de tráfego máximo de dados. Esse tipo de modulação é bem simples, similar à modulação AM – *Amplitude Modulation* – só que de forma digital. O modulador reconhece os dados que recebe e cria a onda portadora baseado nos bits do dado: bits 1 representam níveis altos de onda, bits 0 níveis baixos. A antena para concretizar a transmissão tem que obrigatoriamente ser uma antena com bom alcance e capaz de transmitir sinais em 434MHz. O alcance é determinado basicamente através do ganho da antena e do seu comprimento elétrico. O comprimento elétrico é definido através da fórmula:

$$l = \frac{1}{4} \times \frac{30000}{f}$$

3.3.2. Imagem 9 – Fórmula Comprimento Elétrico

Onde:

l é o comprimento elétrico da antena

F é a frequência do sinal em MHz.

Como a frequência é 434MHz, tem-se  $l = 17,2\text{cm}$ . Esse é o comprimento mínimo que a antena deve ter para ter-se um bom alcance e conseguir transmitir sinais nesta faixa de frequência.

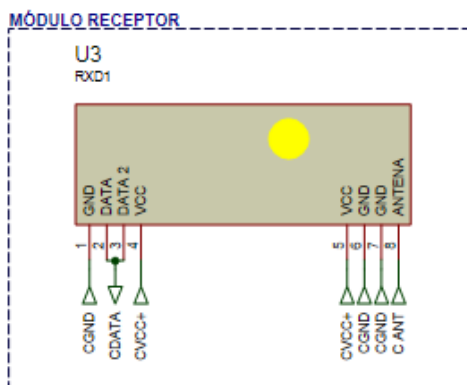
O ganho da antena pode ser determinado através da fórmula:

$$G_{dBi} = 18 + 20 \log(d.f)$$

3.3.3. Imagem 10 – Fórmula Ganho da Antena

Sendo, d – diâmetro da antena em metros e f – frequência em GHz.

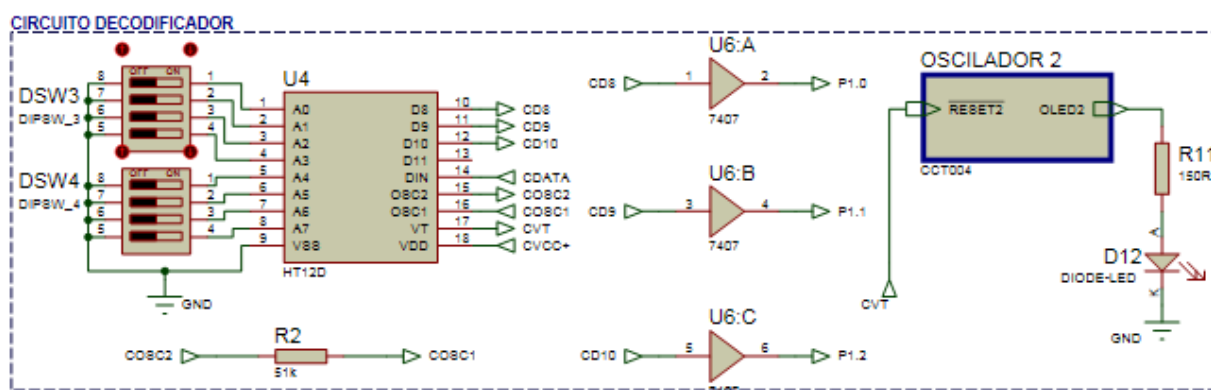
### 3.4. Receptor RF



Feita a transmissão, é necessário que se estabeleça um circuito para a recepção destes dados. Abaixo há a descrição do sistema de codificação e processamento do sinal.

A recepção inicia-se com a antena igualmente projetada ao circuito transmissor. Este módulo opera de forma análoga, em 433MHz, com detector capaz de demodular mensagens emitidas em modulação ASK, com até 500kbps de largura de banda.

### 3.5. Decodificador (CIHT12D)



3.5.1. Imagem 12 – Módulo Decodificador

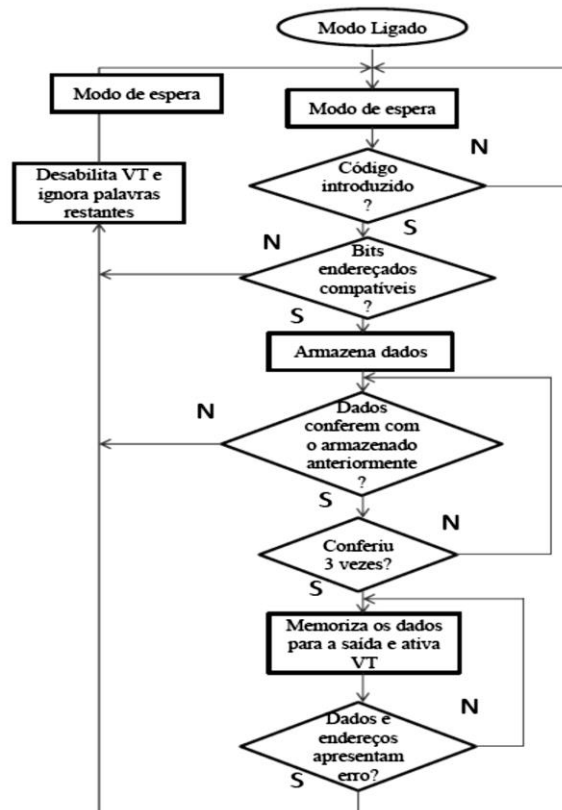
Uma vez recebido o código, faz-se necessário decodificá-lo para verificar se a mensagem recebida é de fato a enviada. Assim como temos o par módulo transmissão e recepção, tem-se o par codificador-decodificador. Apenas o CI HT12D é capaz de decodificar o sinal enviado pelo CI HT12E.

O componente trabalha com tensões que vão de 2.4V a 12V, sendo 5V a tensão típica de operação. Da mesma forma que o CI HT12E, este dispositivo também funciona com 12 bits de capacidade de decodificação. Para seu perfeito funcionamento, deve-se escolher o mesmo número de endereços e formato de dados de seu par transmissor. Ele recebe o endereço e os dados do codificador programado, que foram transmitidos via RF e coerentemente demodulados. Feito isso, ele compara os bits referentes ao endereço três vezes com seu endereço local e, caso estejam corretos, os dados transmitidos são transferidos para a porta de saída.

Para que haja sintonia entre os CIs HT12D e HT12E, ambos devem estar operando com frequências compatíveis. Segundo o fabricante, o decodificador deve trabalhar com uma frequência 50 vezes maior que a do codificador, logo, 150kHz. Para isso, como resistência de oscilação foi colocado um resistor de 51kΩ.

### Características dos pinos

- A0-A11: Pinos responsáveis por garantir o sincronismo entre o codificador e decodificador (entrada para endereçamento).
- D8-D11: Pinos de saída dos dados decodificados entregues pelo módulo receptor.
- DIN: Pino de entrada de dados provenientes do RXD1.
- VT: Pino cuja atuação consiste na sinalização de validação da transmissão.
- OSC1/2: Possui função homóloga aos osciladores descritos no CI HT12E, entretanto a resistência de frequência de oscilação necessária para a geração desta deverá ser de 51KΩ. (consultar imagem 6)
- VSS/VDD: Pinos de alimentação do CI.



3.5.2. Imagem 13 – Diagrama de Blocos

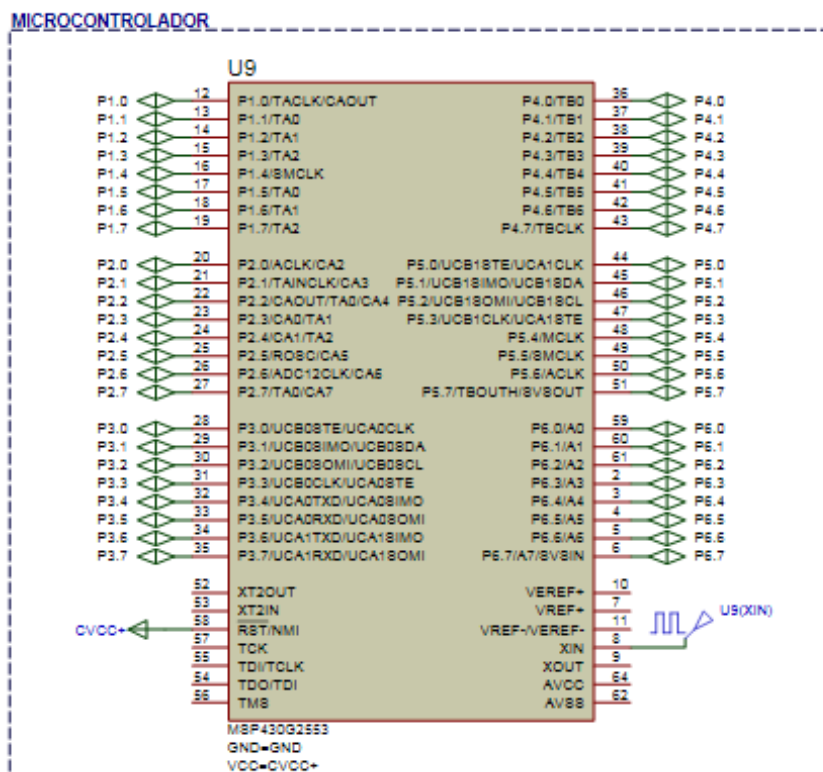
### 3.6. Buffer (CI74HC07)

Consiste no ajuste de tensão de entrada advinda do decodificador para uma tensão de até 3.3V suportada pelo MSP430G2553. O dispositivo é caracterizado pela lógica open collector (coletor aberto), logo é indispensável a presença de um resistor de pull up inserido através de uma lógica de programação realizada pela linguagem Assembly.

### Pinagem e características dos pinos

- Entradas 1,3,5: Recebem dados decodificados e fazem o ajuste de tensão.
- Saídas 2,4,6: Enviam os dados ajustados ao microcontrolador.

### 3.7. Microcontrolador (MSP430G553)



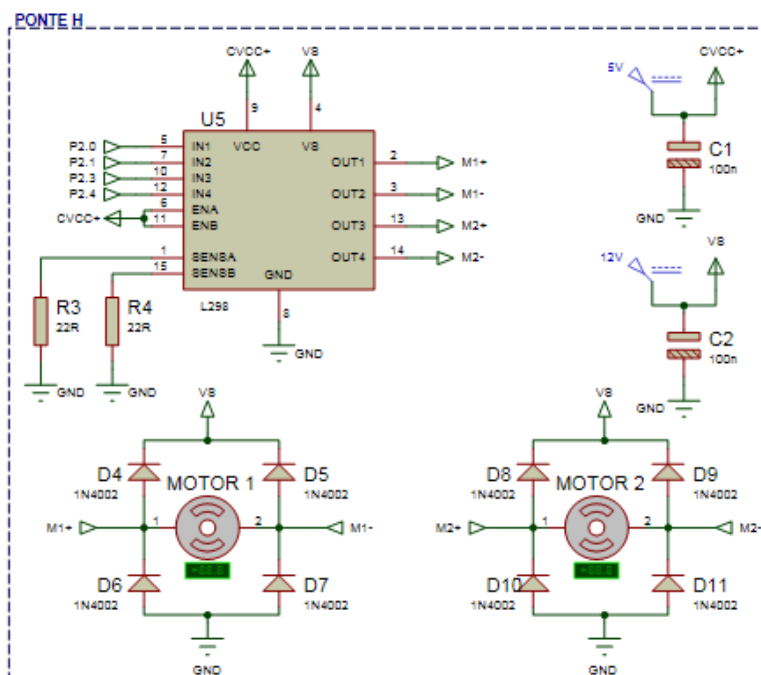
#### 3.7.1. Imagem 14 - Módulo Microcontrolador

O microcontrolador utilizado para o projeto foi o MSP430G553. Os pinos P1.1 e P1.2 terão como função o controle do sentido de rotação dos motores, sendo o sentido horário comandado pelo primeiro pino e o anti-horário pelo segundo.

Este microcontrolador tem como característica o estado stand-by, no qual, quando ativado, o sistema trabalha com funções reduzidas. O MSP apenas sairá deste estado quando houver uma interrupção.

Interrupções são eventos externos ou internos ao microcontrolador que prova um desvio de fluxo do programa. Utilizar esta subrotina permite que o msp trabalhe com mais eficiência, com menos paradas para processamentos e execute outras ações enquanto não há interrupções. O uso deste recurso no projeto, que ocorre quando algum comando é inserido no teclado, permite a economia energética, além de uma resposta mais rápida do sistema.

### 3.8. Ponte H



3.8.1. Imagem 15 – Módulo Ponte H

O CIL298 é constituído por 2 pontes H, cuja função é a de controlar cargas indutivas como relés, solenóides, motores de corrente contínua e de passo. Ele conta com 2 pinos de habilitação (independentes dos pinos de transmissão de sinais) autônoma que permitem ou não a realização do processo.

Os emissores dos transistores inferiores são conectados e o terminal formado pode ser utilizado para a conexão de um resistor, cuja função sensorial controlará a passagem de corrente. Um pino suplente é disponibilizado para que esta lógica funcione com baixa tensão.

#### Características e funções dos pinos

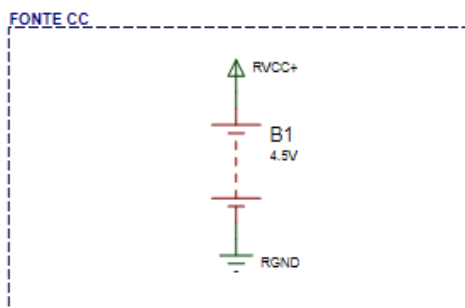
- SENSE A / SENSE B: Entre cada um desses pinos e o GND é conectado um resistor sensível que controlará a corrente na carga.
- OUT 1 / OUT 2: Saídas da Ponte A. A corrente que flui pela carga conectada entre esses pinos é monitorada pelo SENSE A.
- VS: Pino que fornecerá uma tensão e garantirá os estágios das saídas. Desta forma, necessitará do acoplamento de um capacitor, posto entre ele e o GND.
- INPUT 1/ INPUT 2: Entradas compatíveis com a lógica TTL para a Ponte A que receberão sinais das saídas P2.0 E P2.1 (portas do microcontrolador).

- **ENABLE A / ENABLE B:** Também compatíveis com a lógica TTL, estes pinos se colocados em nível lógico baixo, desabilitam a Ponte A ( ENABLE A- recebe P2.2 ) e/ou a Ponte B (ENABLE B-recebe P2.5).
- **GND:** Pino de aterramento.
- **VSS:** Tensão necessária para a alimentação dos blocos lógicos. Um capacitor deve ser acoplado entre este pino e o GND.
- **INPUT 3/ INPUT 4:** Entradas compatíveis com a lógica TTL que regerão a ponte B, receberão sinais das saídas P2.3 e P2.4
- **OUTPUT 3/ OUTPUT 4:** Homologamente aos pinos , OUTPUT 1 e 2 da Ponte A, tais pinos também são saídas, entretanto, os pinos em questão são da Ponte B.

### 3.9. Motores

Os motores 1 e 2 funcionarão a partir da lógica estabelecida pela Ponte H e através da ponte de Diodos tipo PN. Estes impedirão o fluxo de corrente reversa, produzida pelo desligamento repentino do motor (que atuará como gerador), levando a danificação do componente. Os sinais provenientes das saídas das Pontes compreendidas no CIL298 atuarão na habilitação do sentido de rotação dos motores.

### 3.10. Fonte DC

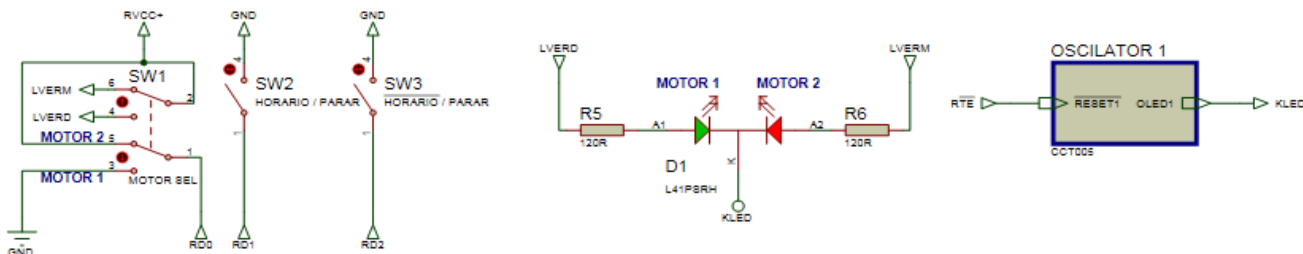


3.10.1. Imagem 16 – Módulo Fonte DC

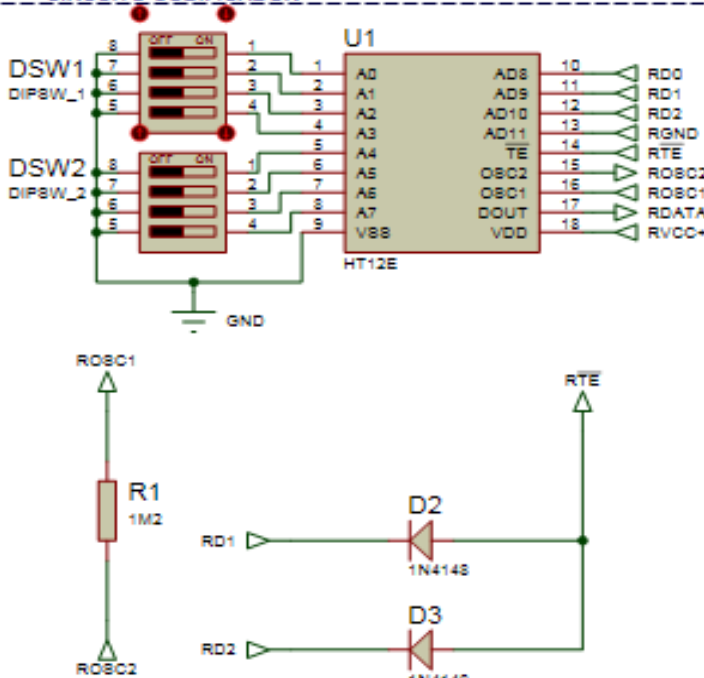
Como se trata de dispositivos remotos, não há como fixar a uma fonte de tensão, portanto a alimentação do circuito é realizada através de um banco de baterias, composto por 3 pilhas do tipo AAA, totalizando então 4,5V de tensão.

## 4. Diagrama Eletrônico (ISIS)

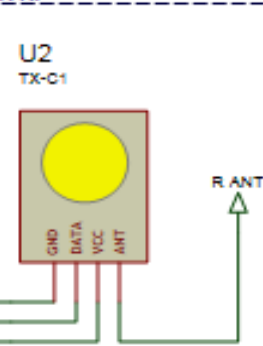
TECLADO



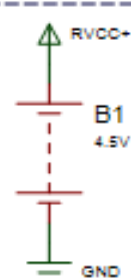
CIRCUITO CODIFICADOR



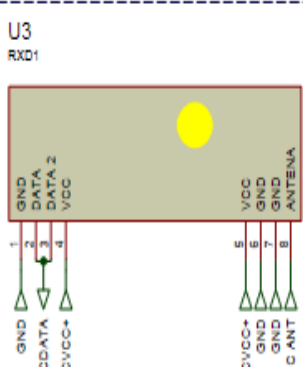
MÓDULO TRANSMISSOR RF



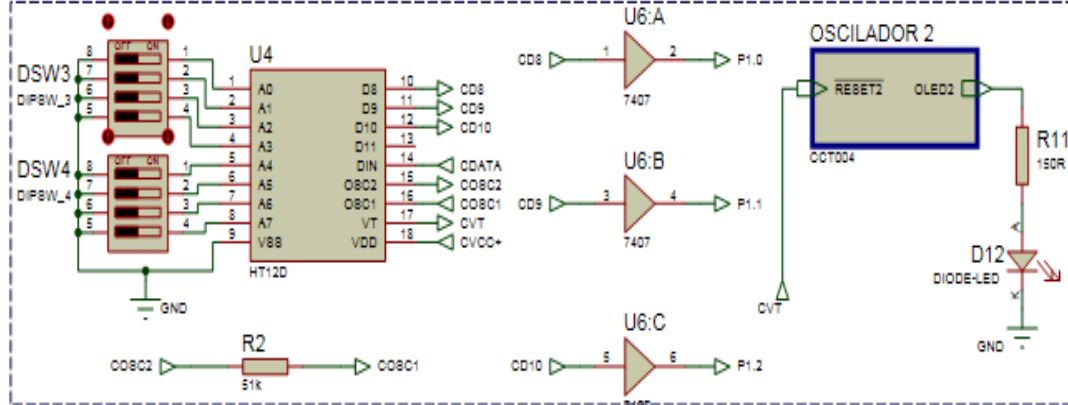
FONTE CC



MÓDULO RECEPTOR

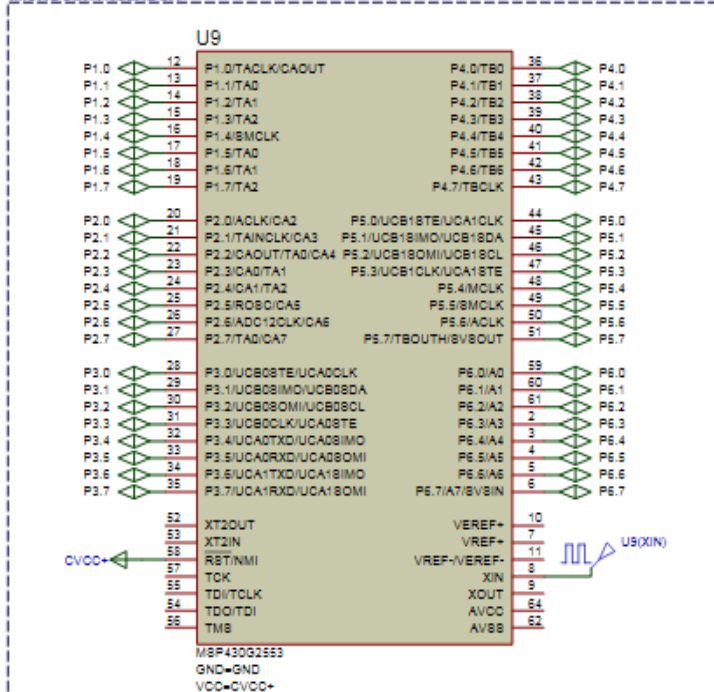


CIRCUITO DECODIFICADOR

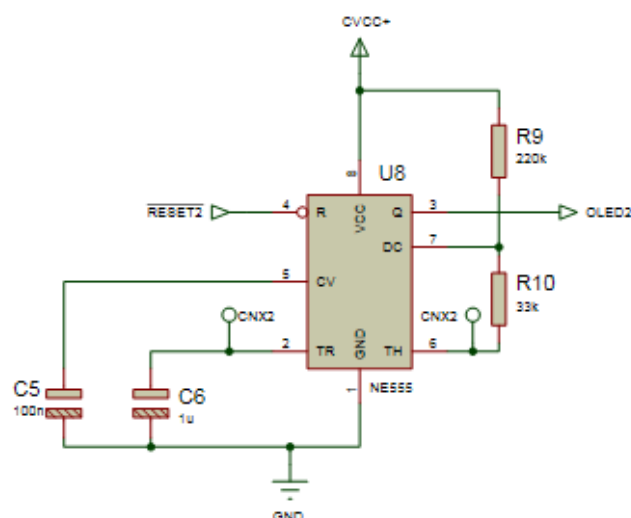
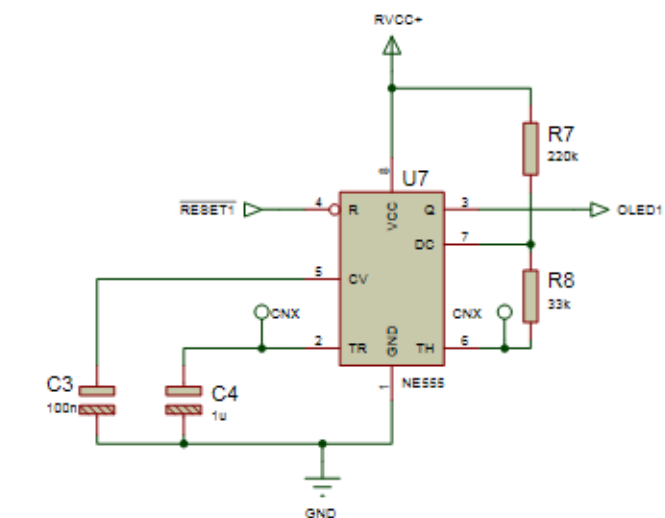
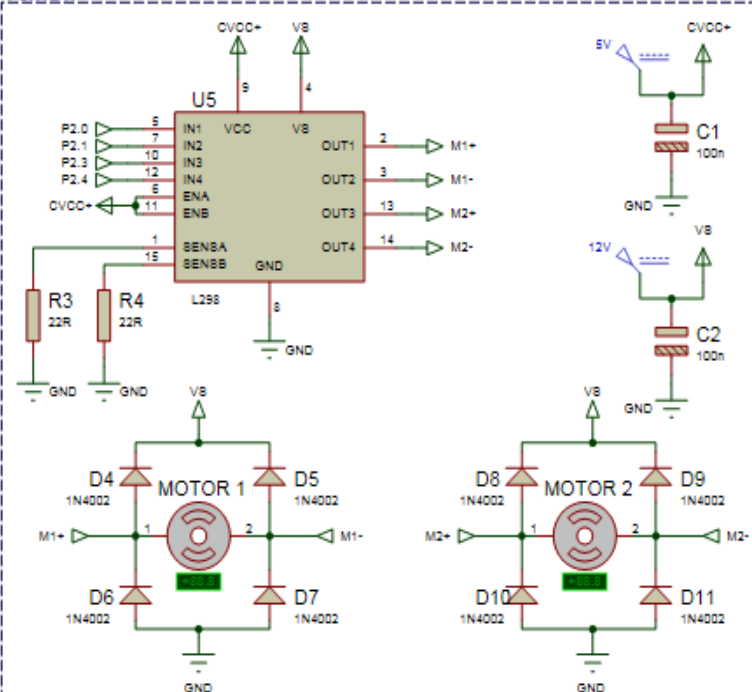




#### MICROCONTROLADOR



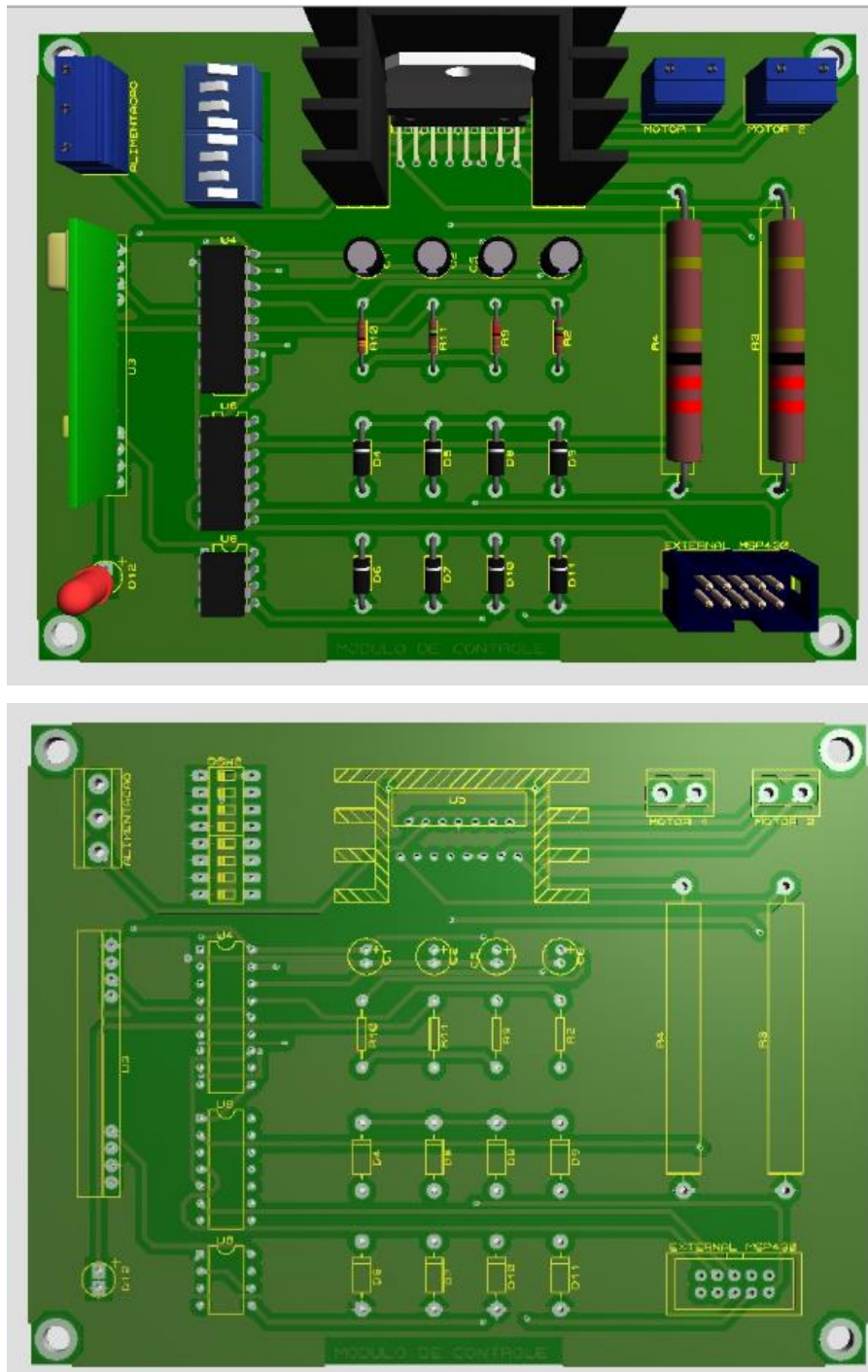
#### PONTE H



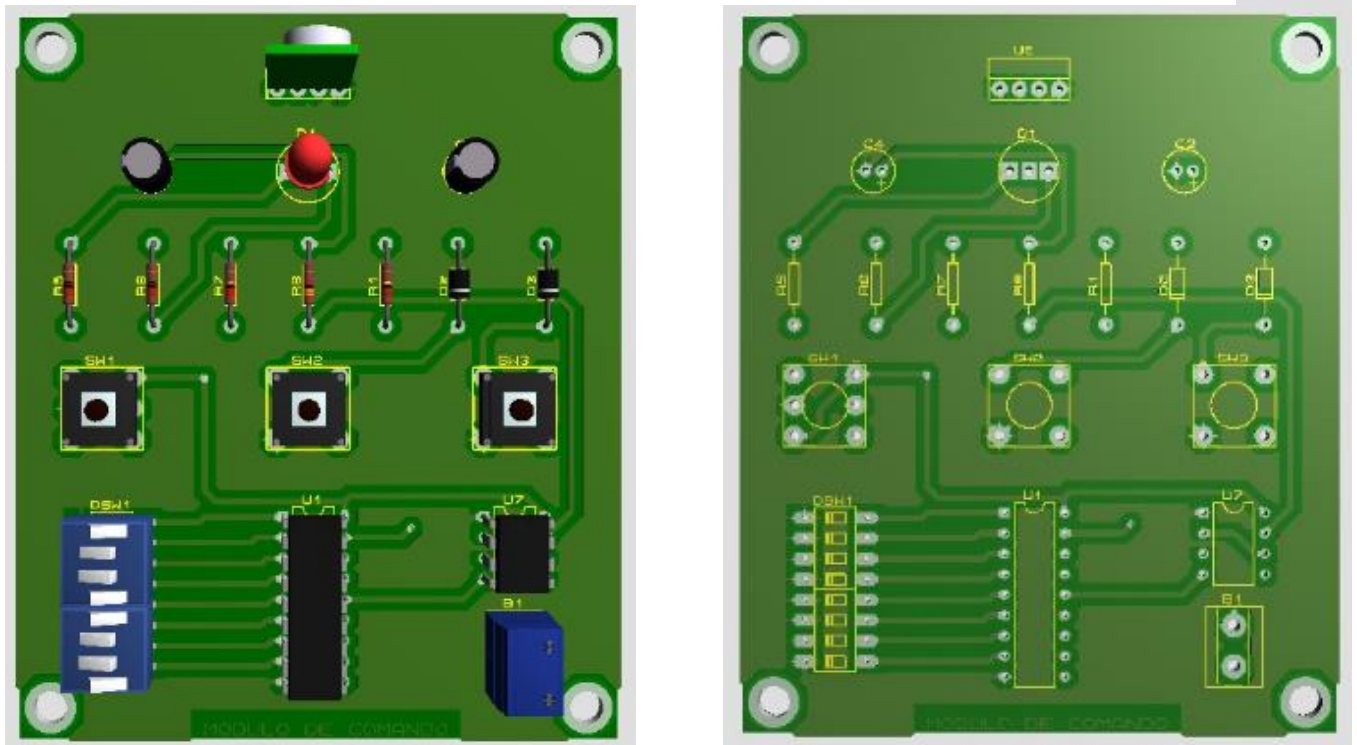
4.1. Imagem 17 - ISIS



## 5. Design de Placa de Circuito Impresso (ARES)



5.1. Imagem 18 – ARES Módulo de controle



5.2. Imagem 19 – ARES Módulo de Comando

## 6. Conclusão

Através das informações descritas no artigo, podemos concluir que o protótipo se adequou perfeitamente às necessidades estimadas, cumprindo as expectativas e obrigatoriedades impostas no trabalho. Além disso, o projeto propiciou ao grupo o agrupamento de conhecimentos, até então distintos, mostrando as reais aplicações e utilizações do conteúdo. O mesmo apresentou resultados convincentes com relação à funcionalidade e originalidade da idéia, mesmo com algumas limitações.

## 7. Apêndice

### 7.1. Código Fonte

/\*----- Projeto Controle Motor DC 1.0 -----\*/

Desenvolvido por: Camilla F. Amaral  
Lorrane L. de Souza Cantero  
Lucas de S. Arcanjo  
Maria Julia A. Sales

Professor: Joel A. dos Santos



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

Descrição: O programa é responsável pelo acionamento de dois motores DC de forma independente, através de 3 chaves (CH1 do tipo 2 estados, CH2 e CH3 do tipo push).

-----\*/

```
#include "msp430.h"          ; #define controlled include file

NAME    main                ; module name

PUBLIC main                  ; make the main label visible
                        ; outside this module

ORG     0FFFFh
DC16    init                ; set reset vector to 'init' label

ORG     0FFE4h              ; Endereço de interrupção de P1 para o
MSP430G2553
DC16    INTRR1

RSEG    CSTACK              ; pre-declaration of segment
RSEG    CODE                ; place program in 'CODE' segment

K       EQU    750
;----- PROGRAMA PRINCIPAL -----
;R5 --> Registrador indicador do estado do Motor 1
;R6 --> Registrador indicador do estado do Motor 2
;R7 --> Registrador indicador de erro
;R11 --> Registrador indicador do tempo [ms] da rotina de delay

init:   MOV    #SFE(CSTACK), SP    ; set up stack

main:   NOP                    ; main program
        MOV.W  #WDTPW+WDTHOLD,&WDTCTL ; Stop watchdog timer

;DEFINE PORTAS GPIO, RESISTENCIAS DE PULL UP E INTERRUPÇÕES

        BIC.B  #0x07, P1DIR        ;Define como entrada os pinos 0000 0111
        BIS.B  #0x3F, P2DIR        ;Define como saída os pinos 0011 1111
        BIC.B  #0x3F, P2OUT        ;Define como nível 0 todas as saídas (evitando
problemas de acionamento indesejado do motor inicialmente)

        BIS.B  #0x07, P1REN        ;Habilita resistores de pull-up/pull-down para as
portas 0000 0111
        BIC.B  #0x07, P1OUT        ;Seleciona resistores de pull-up para 0000 0111

        BIS.B  #0x06, P1IES        ;Seleciona borda de descida para interrupções
```



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

BIS.B #0x06, P1IE ;Habilita interrupções para os pinos 0000 0110

;MODO DE ESPERA LPM4 + INTERRUPTÕES HABILITADAS

BIS.B #LPM4+GIE, SR ;Habilita o standby + Interrupção Geral  
NOP

JMP \$ ; jump to current location '\$'

;-----INTERRUPÇÃO DE P1 -----

INTRR1:

MOV.B P1IN, R4  
BIC.B #0xFE, R4 ;Reseta os outros bits para que a comparação  
funcione  
BIT.B #0x01, R4 ;Testa P1.0 a fim de identificar o motor que o usuário  
deseja acionar  
JNZ M2  
JMP M1

volta:

BIC.B #0x07, P1IFG  
RETI

;----- MOTOR 1 -----

M1:

CMP.B #0xFF, R5 ;R5 indica o estado de M1 (R5 == 0xFF - M1  
acionado; R5 == 0x00 - M1 parado)  
JZ parar1  
;Identifica o botão acionado  
CMP.B #0x02, P1IFG ;Teste da chave Sentido Horário/Parar  
JZ hp1  
CMP.B #0x04, P1IFG ;Teste da chave Sentido Antihorário/Parar  
JZ ap1  
MOV.B #0xFF, R7 ;Indicador de erro ativado  
JMP fim1 ;Se nenhuma dessas chaves foi pressionada, termina

hp1

BIC.B #0x07, P2OUT ;Reseta 0000 0111 para evitar acionamento  
indesejado  
BIS.B #0x05, P2OUT ;Seta 0000 0101, habilitando a Ponte H e definindo  
o sentido de M1 como 'Forward'  
MOV.B #0xFF, R5 ;Seta o sinalizador indicando o acionamento de M1  
JMP fim1

ap1

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

BIC.B #0x07, P2OUT ;Reseta 0000 0111 para evitar acionamento indesejado

BIS.B #0x06, P2OUT ;Seta 0000 0110, habilitando a Ponte H e definindo o sentido de M1 como 'Reverse'

MOV.B #0xFF, R5 ;Seta o sinalizador indicando o acionamento de M1  
JMP fim1

parar1

BIS.B #0x07, P2OUT ;Seta 0000 0111, habilitando a Ponte H e efetuando a parada de M1

CLR.B R5 ;Reseta o sinalizador indicando M1 parado

fim1

MOV.B #2, R11  
JMP volta

;----- MOTOR 2 -----

M2:

CMP.B #0xFF, R6 ;R6 indica o estado de M2 (R6 == 0xFF - M1 acionado; R6 == 0x00 - M2 parado)

JZ parar2

;Identifica o botão acionado

CMP.B #0x02, P1IFG ;Teste da chave Sentido Horário/Parar

JZ hp2

CMP.B #0x04, P1IFG ;Teste da chave Sentido Antihorário/Parar

JZ ap2

MOV.B #0xFF, R7 ;Indicador de erro ativado

JMP fim2 ;Se nenhuma dessas chaves foi pressionada, termina

hp2

BIC.B #0x38, P2OUT ;Reseta 0011 1000 para evitar acionamento indesejado

BIS.B #0x28, P2OUT ;Seta 0010 1000, habilitando a Ponte H e definindo o sentido de M2 como 'Forward'

MOV.B #0xFF, R6 ;Seta o sinalizador indicando o acionamento de M2

JMP fim2

ap2

BIC.B #0x38, P2OUT ;Reseta 0011 1000 para evitar acionamento indesejado

BIS.B #0x30, P2OUT ;Seta 0011 0000, habilitando a Ponte H e definindo o sentido de M2 como 'Reverse'

MOV.B #0xFF, R6 ;Seta o sinalizador indicando o acionamento de M2

JMP fim2

```

parar2
    BIS.B  #0x38, P2OUT      ;Seta 0000 0111, habilitando a Ponte H e efetuando
a parada de M2
    CLR.B  R6                ;Reseta o sinalizador indicando M2 parado

fim2  MOV.B  #2, R11
      JMP   volta

;----- DELAY -----

DELAY:
    PUSH R5
    MOV   #K, R5
return
    DEC   R5
    JNZ   return
    POP   R5
    RET

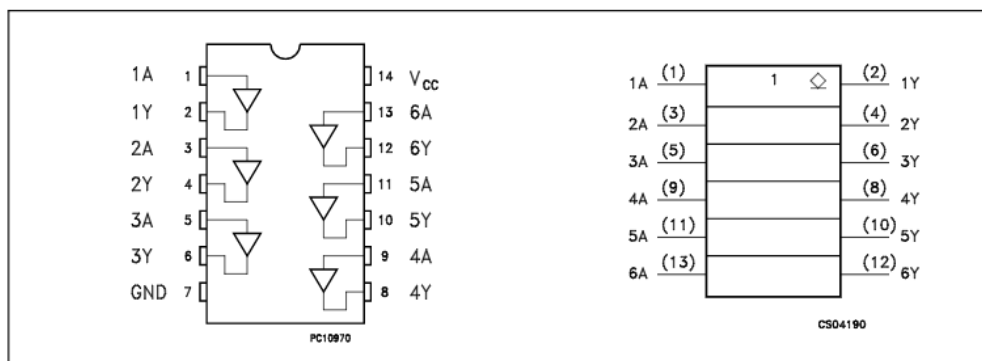
;-----

END                                ;Fim do programa

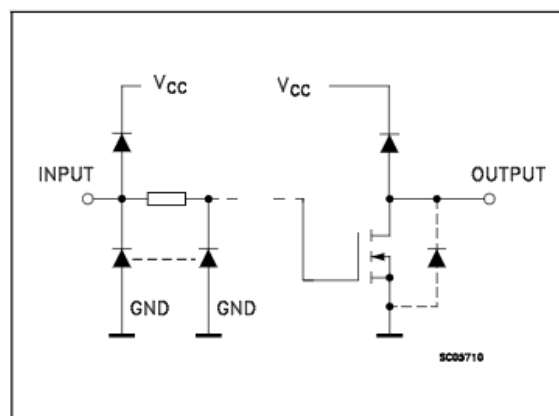
```

## 7.2. Diagrama Buffer M74HC07

PIN CONNECTION AND IEC LOGIC SYMBOLS



INPUT AND OUTPUT EQUIVALENT CIRCUIT





CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E BIOMÉDICA  
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

## 8. Referências

- [1] Comunicação sem fio com modulo RF 433 MHZ – [www.arduinoecia.com.br](http://www.arduinoecia.com.br) acessado em 08/07/2016
- [2] Módulo RF transmissor – [www.institutodigital.com.br](http://www.institutodigital.com.br) acessado em 08/01/2016
- [3] Calculando a potencia de transmissão da sua antena – [www.hardware.com.br](http://www.hardware.com.br) acessado em 08/07/2016
- [4] RXD1 datasheet – [www.datasheet-dpf.com](http://www.datasheet-dpf.com) acessado em 08/07/2016
- [5] MSP430 datasheet – [www.datasheet-dpf.com](http://www.datasheet-dpf.com) acessado em 08/07/2016
- [6] M74HC07 datasheet – [www.datasheet-dpf.com](http://www.datasheet-dpf.com) acessado em 08/07/2016
- [7] CIHT12D datasheet – [www.datasheet-dpf.com](http://www.datasheet-dpf.com) acessado em 08/07/2016