

CONTROLE EM MALHA FECHADA DA VELOCIDADE DE UM MOTOR DC UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR 8051

Raphael Rocha Coelho – Acadêmico, Cleiton Moya de Almeida – Acadêmico, Vinícius

Berndsen Peccin - Acadêmico

Departamento de Automação e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

Controlar a velocidade de motores é necessário para manter a boa qualidade de determinados produtos e pode ser feito através do microprocessador PIC programável em linguagem C ou C++, as quais são aplicadas na maioria dos processos automatizáveis. Um outro método está nesta proposta de controle em malha fechada da velocidade de um motor de corrente contínua utilizando um microcontrolador Intel 8051 que será apresentada e já verificada nos experimentos. Para fortalecer ainda mais o projeto, foi desenvolvido um software, que permite o controle da velocidade com poucos “clicks no mouse”.

Introdução

Os motores de corrente contínua são largamente utilizados na indústria para acionamento de equipamentos de pequeno porte, onde são necessárias precisão de velocidade. Existem CI's controladores para esses motores; porém, optou-se em criar um sistema capaz de controlar a velocidade com uma interface diferenciada, podendo o operador alterar parâmetros durante o funcionamento.

Para tal projeto, utilizou-se um microcontrolador da família 8051, um motor de corrente contínua, um drive para acioná-lo e um sensor óptico. A programação foi feita em assembly.

1. Visão Geral do Projeto

Neste projeto é implementado um controlador da velocidade de motor de corrente contínua. Foi utilizado um microcontrolador da família 8051, em específico o modelo AT89S8252. Esse controle é feito em malha fechada. Anexo ao eixo do motor foi implementado um disco seccionado de forma a obter diferentes sinais ópticos, utilizados para cálculo de realimentação do sistema.

O usuário fornece o valor desejado da velocidade em rpm (rotações por minuto) através de uma interface num computador. Esse é transferido por uma porta serial ao microcontrolador. Durante o funcionamento, o sistema capta os sinais ópticos gerados pelo sensor. Esses sinais são tratados por uma rotina de controle programada no 8051 e os resultados enviados via serial para o software de interface.

2. Controle de velocidade de um motor DC com o Microcontrolador 8051

O programa de controle de velocidade do motor de corrente contínua é dividido em cinco partes principais:

Definições de variáveis, constantes e parâmetros de controle

Configurações Iniciais

Programa Principal

Interrupções

Subrotinas

2.0. Definições de variáveis, constantes e parâmetros de controle

Além das variáveis e constantes, utilizamos parâmetros de incremento do duty-cycle e faixas de valores de velocidade.

2.1. Configurações Iniciais

Nesta seção são configurados os 3 timers e a comunicação serial de dados.

Timer 0: Configurado em modo 2 para execução do controle PWM, explicado na seção 4.1

Timer 1: Utilizado em modo 1 para comunicação da porta serial, analisado na seção 4.2

Timer 2: Configurado como contador dos sinais ópticos. Através deste contador pode-se calcular a velocidade atual do motor.

2.2. Programa Principal

Elaborado para que a cada 200 ms o microcontrolador envie a velocidade atual do motor para a interface e execute a rotina de controle. Esse envio é determinado por um flag auxiliar, ativado quando ocorre uma interrupção do timer 0 e é setado em Vcc a alimentação do motor.

2.3. Interrupções

2.3.1 Interrupção do timer 0

Gera o sinal PWM na porta P2.1 para o acionamento do Motor de acordo com o duty-cycle especificado pelo controle.

2.3.2 Interrupção da serial

A instrução de recepção de dados é chamada e a velocidade desejada é armazenada na variável VEL_SET. Após isso é enviado um dado para a confirmação de recebimento.

2.4. Subrotinas

2.4.1 Configuração do PWM

O valor do duty-cycle é carregado no registrador R7 e subtraído de 0FFh. O resultado é inserido em TL0. Ele também é o valor correspondente ao intervalo de tempo em Tlow, na interrupção do timer 0.

2.4.2 Controle da Velocidade

Analisa a velocidade atual do motor (VEL_ATUAL) e incrementa ou decrementa o duty-cycle (DUTY), de acordo com a velocidade setada (VEL_SET) pela serial e as faixas de velocidades dantes definidas.

2.4.3 Serial TX

Envia um dado qualquer pela serial. O dado deve estar colocado no Acumulador.

2.4.4 Serial RX

Recebe um dado qualquer pela serial. O dado é colocado no Acumulador.

3. Conhecimento Necessário

3.1. Noções de Controle PWM

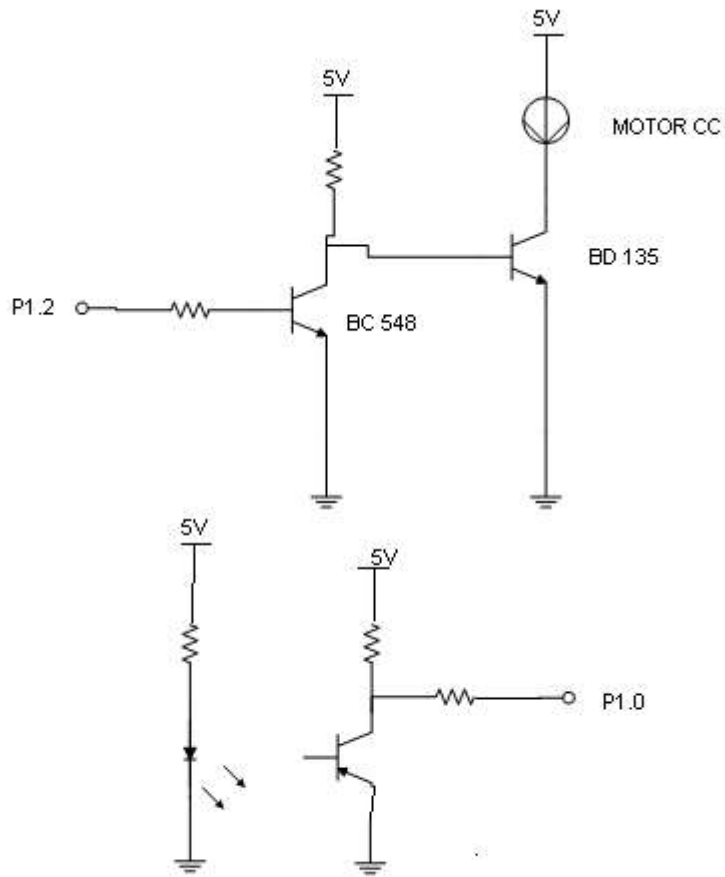
Um motor CC (corrente contínua) é utilizado quando se necessita uma velocidade alta, porém com baixo torque na aplicação. A velocidade de um motor CC pode ser controlada através da sua tensão de entrada. No entanto, para evitar sobreaquecimentos nos

componentes, em vez de um sinal contínuo é usado um sinal PWM (Pulse Width Modulation) onde a largura dos pulsos controla a potência fornecida ao motor e por sua vez a velocidade de rotação. A velocidade do motor varia proporcionalmente à área debaixo da porção positiva de cada período, essa razão é denominada DUTY-CYCLE (razão cíclica), e através dela podemos saber a velocidade aplicada ao motor.

Fig. 1 - Sinal PWM

O PWM é utilizado em reguladores de tensão eficientes. Pelo chaveamento de tensão na carga, com a razão cíclica apropriada, a saída se aproximará do nível de tensão desejado. O ripple da tensão chaveada normalmente é filtrado com um indutor e um capacitor.

3.2. Driver para Motor DC e Sensor Óptico



3.3. Código Fonte

```

;*****
;
;* Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) *
;* Centro Tecnológico (CTC) *
;* Departamento de Automação e Sistemas (DAS) *
;* Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica (PET-EEL) *
;* *
;* *
;* *
;* *
;* ===== *
;* CONTROLE EM MALHA FECHADA DA VELOCIDADE DE UM MOTOR DC *
;* UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR 8051 *

```

```
;* =====
```

```
*
```

```
;*
```

```
*
```

```
*****
```

```
;=====
```

```
; 0. VARIÁVEIS E CONSTANTES
```

```
;=====
```

```
PERIODO          equ 030h
PERIODO1         equ 031h
FLAG_VEL        equ 032h
DUTY            equ r0          ; (00h - FFh)
VEL_SET         equ r1          ; nº de pulsos / 200ms
VEL_ATUAL       equ r2          ; nº de pulsos / 200ms
MODULO          equ r3          ; |VEL_ATUAL - VEL_SET|
INCREM          equ r4
SINAL_MOD       equ f0
FLAG1           equ 0D1h
```

```
; 0.1 Parâmetros de controle
```

```
; ~~~~~
```

```
VALOR_1         equ 03h          ; Valores das faixas de velocidade
VALOR_2         equ 07h
VALOR_3         equ 15h

INCREM_1        equ 3            ; Incremento (+ ou -) do Duty-Cycle
```

```
INCREM_2    equ 6
INCREM_3    equ 9
```

```
org 00h
jmp INICIO
```

```
org 0Bh
jmp TIMER0
```

```
org 23h
jmp INT_SERIAL
```

```
;=====
; 1. CONFIGURAÇÕES INICIAIS
;=====
```

```
org 30h
```

```
INICIO:
```

```
mov DUTY,#00h
    mov FLAG_VEL,#00h
    mov VEL_SET,#00h
    mov VEL_ATUAL,#00h
```

```
; 1.1 CONFIGURAÇÕES PWM (TIMER 0)
```


; ~~~~~

mov tmod,#00100010b ; Seta o Timer 0 e o Timer 1 no Modo 2

call PWM_CONF

setb ea ; Habilita Interrupções

setb et0 ; Habilita Interrupção do Timer 0

setb tr0 ; Dispara o Timer 0

; 1.2 CONFIGURAÇÕES SERIAL (TIMER 1)

; ~~~~~

mov th1,#11111101b ; Carga inicial para um baud-rate de 9600bps

mov scon,#01010000b ; Serial no Modo 1, recepção habilitada

mov tl1, TH1 ;

setb tr1 ; Início da contagem do Timer 1

setb ie.4 ; Habilita a interrupção do Timer 1

mov PERIODO1,#02h

mov a,#'Z'

call SERIAL_TX

; 1.3 CONFIGURAÇÕES DO CONTADOR DE FAIXAS (TIMER 2)

; ~~~~~

mov 0C9h,#01h

mov 0C8h,#00001111b

```
;=====
```

```
; 2. PROGRAMA PRINCIPAL
```

```
;=====
```

```
LOOP:
```

```
    mov a, FLAG_VEL
```

```
        jnz ENVIA_SERIAL
```

```
        jmp LOOP
```

```
ENVIA_SERIAL:
```

```
    mov FLAG_VEL,#00h
```

```
        mov a,PERIODO
```

```
        dec a
```

```
        mov PERIODO,a
```

```
        jnz LOOP
```

```
        mov PERIODO,#0A5h
```

```
        mov a,PERIODO1      ; Espera um número de interrupções
```

```
        dec a
```

```
        mov PERIODO1,a
```

```
        jnz LOOP
```

```
        mov PERIODO1,#4     ; Correspondente a 200 ms
```

```
        mov a,0CCh
```

```
        mov VEL_ATUAL,a
```

```
        call SERIAL_TX      ; Escreve o número de ciclos na serial
```

```
        mov 0CCh,#00h      ; 0CCh = T2
```



```
reti
```

THIGH:

```
mov FLAG_VEL,#0ffh
clr p1.2          ; 0V em P1.2 (ativo baixo)
clr FLAG1
mov a,#0FFh      ; 255
clr c
subb a,r7
clr c
subb a,#5
```

```
SAI:  clr tf0
      setb ea
      mov tl0,a
      reti
```

;3.2 TRATADOR DA SERIAL

;~~~~~

INT_SERIAL:

```
clr ea
      call SERIAL_RX
      mov VEL_SET,a
      call SERIAL_TX
      setb ea
      clr ri
```


CONTROLE:

```
clr SINAL_MOD

    mov a,VEL_ATUAL    ; Calcula o módulo da diferença das velocidades
    subb a,VEL_SET
    jnc POSITIVO
    setb SINAL_MOD    ; Se VEL_SET > VEL_ATUAL => Seta o flag SINAL_MOD
    clr C              ; Clear CY
    mov a,VEL_SET
    subb a,VEL_ATUAL
```

POSITIVO:

```
mov MODULO,a

    cjne MODULO,#VALOR_1,DIF_1 ;
    jmp FIM2                    ; MODULO = VALOR_1
```

DIF_1:

```
jnc MAIOR_1    ; MODULO > VALOR_1
    jmp FIM     ; MODULO < VALOR_1
```

MAIOR_1:

```
cjne MODULO,#VALOR_2,DIF_2
    mov INCREM,#INCREM_1
    jmp FIM
```

DIF_2:

```
jnc MAIOR_2
    mov INCREM,#INCREM_1
    jmp FIM
```

MAIOR_2:

```
    cjne MODULO,#VALOR_3,DIF_3
```

```
    mov INCREM,#INCREM_2
```

```
    jmp FIM
```

```
DIF_3:
```

```
    jnc MAIOR_3
```

```
    mov INCREM,#INCREM_2
```

```
    jmp FIM
```

```
MAIOR_3:
```

```
    mov INCREM,#INCREM_3
```

```
FIM:    mov a,DUTY          ; Incrementa ou decrementa o Duty-Cycle
```

```
    jnb SINAL_MOD,DECREM
```

```
    add a,INCREM
```

```
    jnc SAIDA
```

```
    mov a,#0FAh
```

```
    jmp SAIDA
```

```
DECREM:
```

```
    subb a,INCREM
```

```
    jnc SAIDA
```

```
    mov a,#05h
```

```
SAIDA:
```

```
    mov DUTY,a
```

```
    call PWM_CONF
```

```
FIM2:    ret
```

```
; 4.3 SERIAL TX
```


MANUAL DO USUÁRIO

CONTROLE EM MALHA FECHADA DA VELOCIDADE DE UM MOTOR DC UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR 8051

Descrição Geral do Programa

O Programa de Controle de velocidade de motor de corrente contínua tem uma interface amigável com o usuário, no qual são especificados os parâmetros e por onde é possível acompanhar o comportamento do controle. Observe na figura em anexo o que representa cada campo.

O usuário fornece o valor desejado da velocidade em rpm (rotações por minuto) através de um botão localizado à direita inferior da interface do programa. Esse dado é transferido por uma porta serial ao microcontrolador. Durante o funcionamento, o sistema capta os sinais ópticos gerados pelo sensor. Esses sinais são tratados por uma rotina de controle programada no 8051 e os resultados enviados via serial para o software de interface.

Utilizando o Programa

Passo 1

Conecte o cabo serial do controlador em um computador. Após, conecte a fonte da placa na rede elétrica.

Passo 2

Inicie o software e acione o botão Boolean.

Passo 3

Especifique o valor (em rpm) da velocidade desejada. Pressione o botão Atualizar.

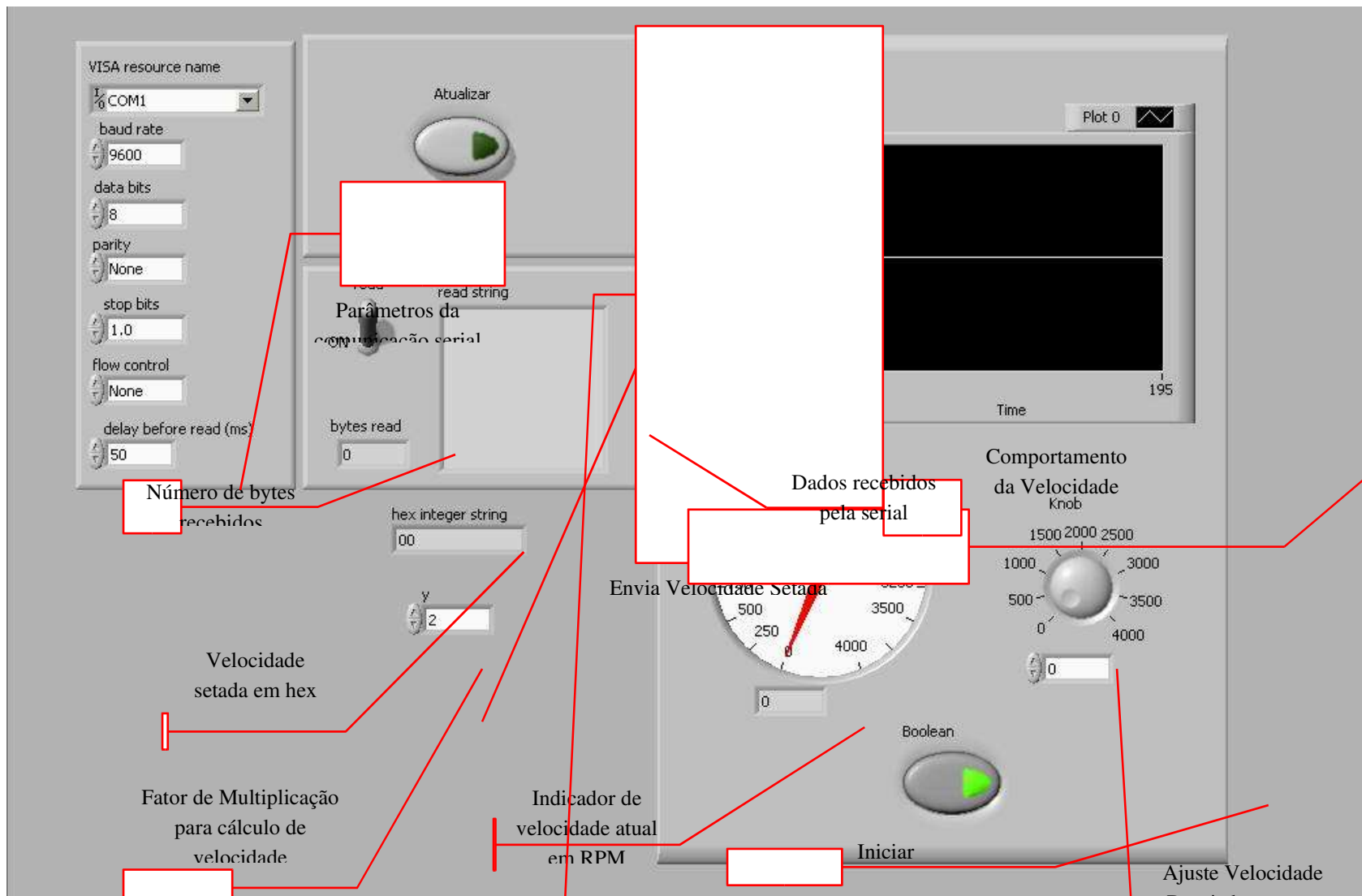
O valor da velocidade atual é mostrada no velocímetro, enquanto que o comportamento da velocidade em função do tempo é visualizado na tela de gráfico.

Passo 4

Se o usuário desejar alterar a velocidade, basta selecionar um novo valor e pressionar o botão Atualizar, sem a necessidade de parar o motor.

Passo 5

Quando houver necessidade de desligamento, sete a velocidade em zero e pressione o botão Atualizar e o botão Boolean.



;* Raphael Rocha Coelho

coelholds@gmail.com

*

;* Cleiton Moya de Almeida

cleitonmoya@yahoo.com.br

*



;* Vinicius Berndsen Peccin

vinicius.peccin@gmail.com

*