

SERVOMECANISMO

Controlador - Tipos de Hardware

Prof. Dr. Cesar da Costa

E-mail: ccosta@ifsp.edu.br

Site: www.professorcesarcosta.com.br

Controlador Eletronico

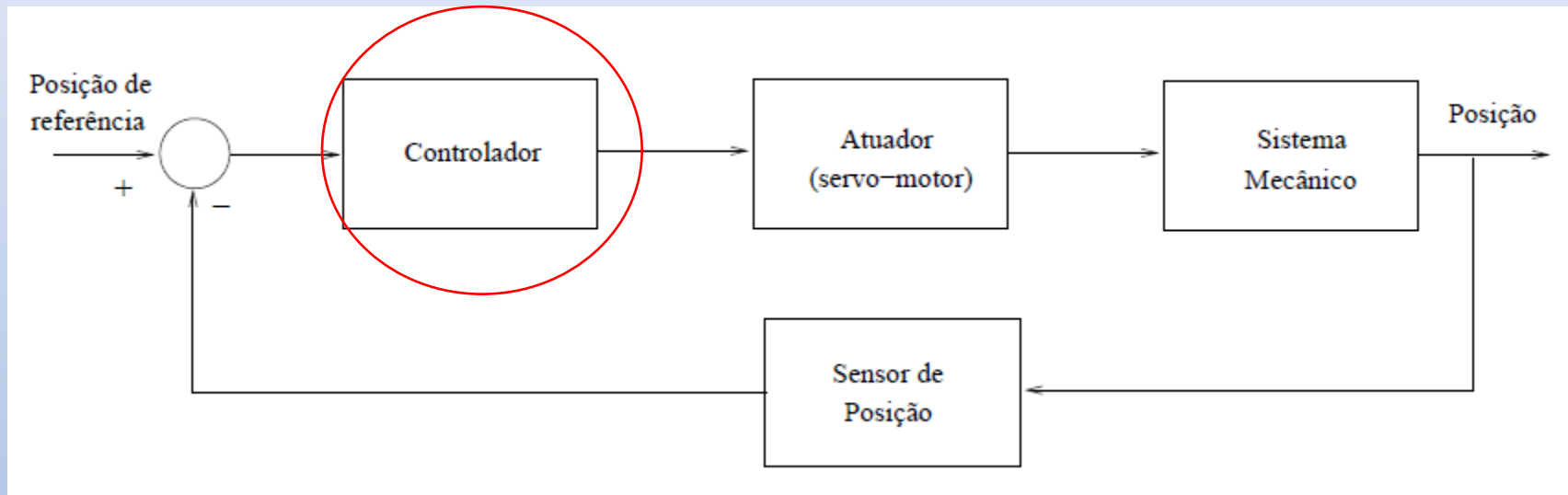
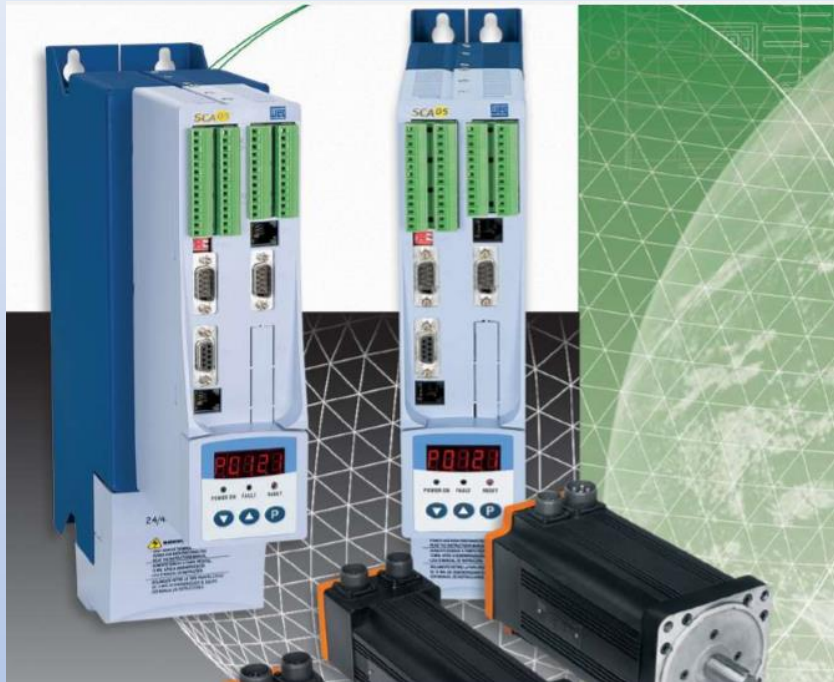


Diagrama em bloco de um sistema de servo acionamento

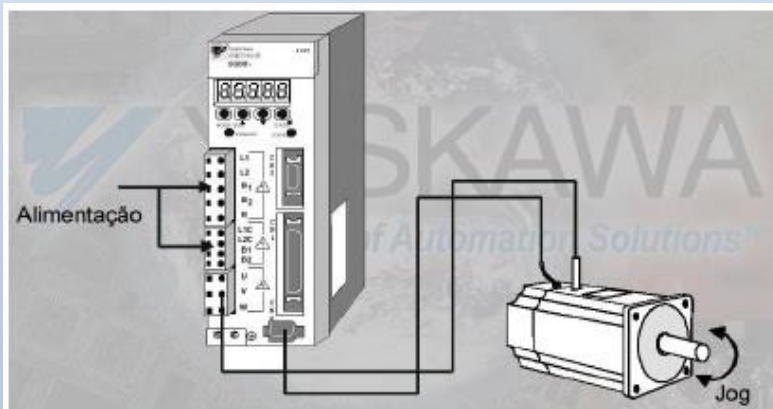
Controlador



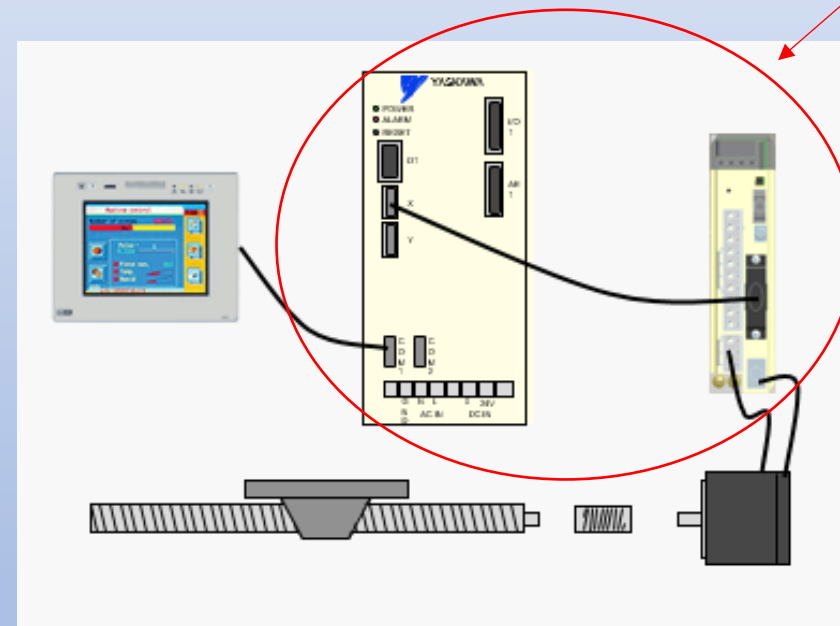
Tipos de Hardware

- ❑ O Controlador eletrônico de equipamentos para acionamentos industriais é comumente constituído por um **processador** embarcado no produto, o qual carrega um programa armazenado composto de algoritmos dedicados à aplicação em questão.
- ❑ Muitas vezes um único processador acumula, além das funções de **controle**, também as funções de **diálogo com o operador** e **comunicações com outros dispositivos**, através de redes industriais (também conhecidas como barramentos de campo).

Controlador



Constituição Básica do Controlador Eletrônico



Controlador
Eletrônico

Controlador

Tipos de Processadores

■ Podem-se dividir os processadores digitais em três tipos:

- a) Microcontroladores;
- b) Processadores DSP;
- c) Processadores FPGA.



Controlador



Um microcontrolador PIC18F8720 num encapsulamento TQFP de 80 pinos.

Microcontroladores

- Os microcontroladores são **processadores** que podem ser programados para funções específicas.
- Em geral, eles são usados para controlar circuitos e, por isso, são comumente encontrados dentro de outros dispositivos, sendo conhecidos como "controladores embutidos".
- A estrutura interna de um microcontrolador apresenta um processador, bem como circuitos de memória e periféricos de entrada e saída.

Controlador

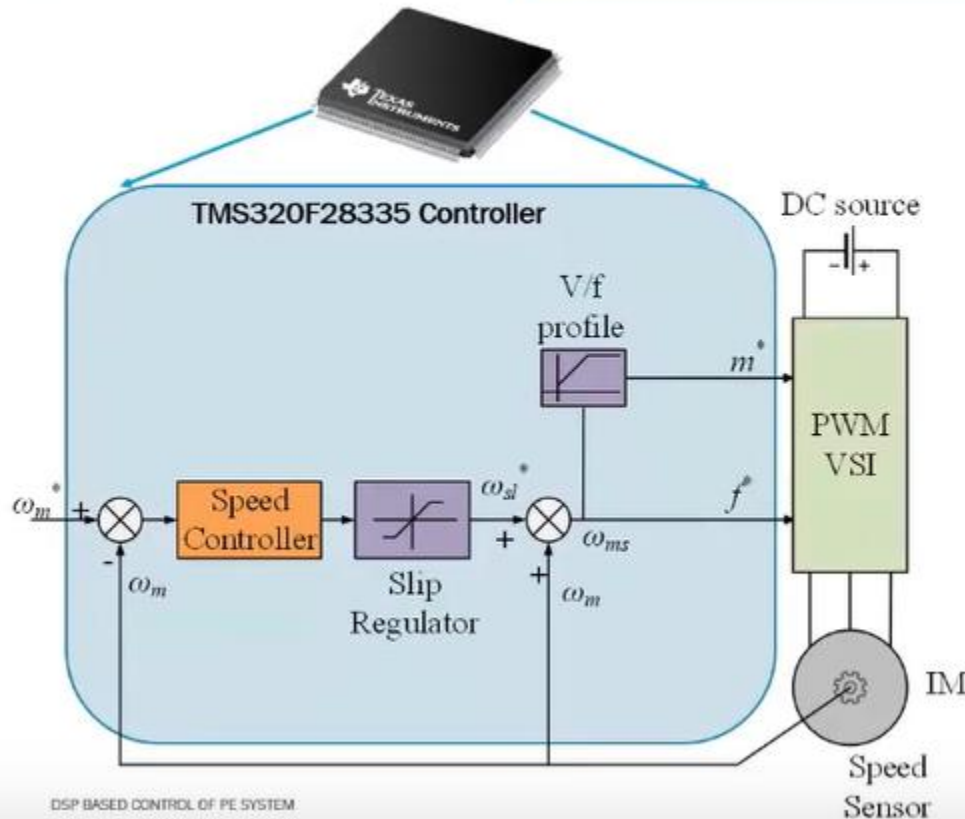


Microprocessadores DSP

- ❑ Os DSPs são microprocessadores com características próprias que podem ser programados e operam em tempo real, com velocidades muito superiores aos microcontroladores para aplicações genéricas.
- ❑ A capacidade de processar grandes quantidades de números em pouco tempo é um dos principais benefícios que os Processadores Digitais de Sinais oferecem ao mundo da eletrônica.

Controlador DSP

APPLICATION OF DSP CONTROLLER



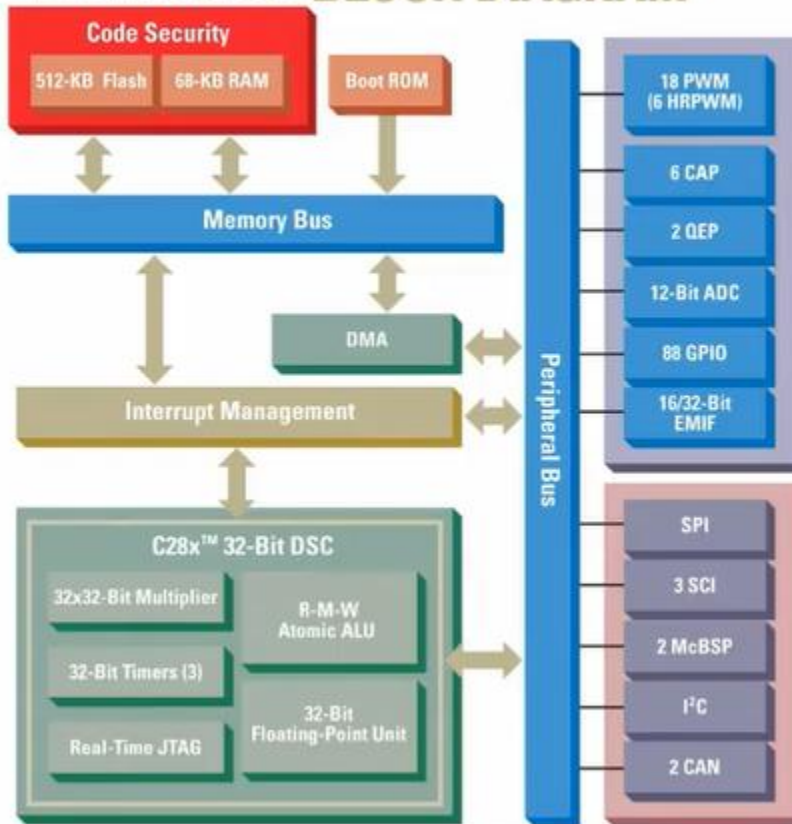
- Microcontroller with faster processing power
- Ability to acquire signals from sensors
- Generate High Frequency PWM signals (0-50 kHz)
- Sense motor speed
- Faster Communications

5/8/2020

3

Controlador DSP

TMS320F28335 BLOCK DIAGRAM



- IEEE 754 single-precision Floating-Point Unit
- 256K × 16 flash, 34K × 16 SARAM
- Boot ROM with Mathematical Tables
- Up to 18 PWM outputs
- 6 event capture inputs
- 2 Quadrature Encoder interfaces
- Three 32-bit CPU timers
- 12-bit ADC, 16 channels
- 88 individually programmable, multiplexed GPIO pins

Controlador

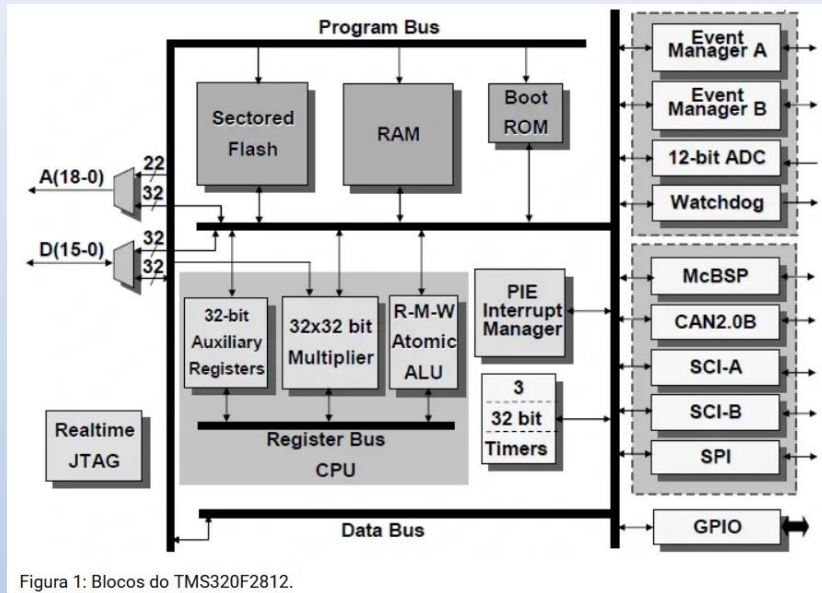
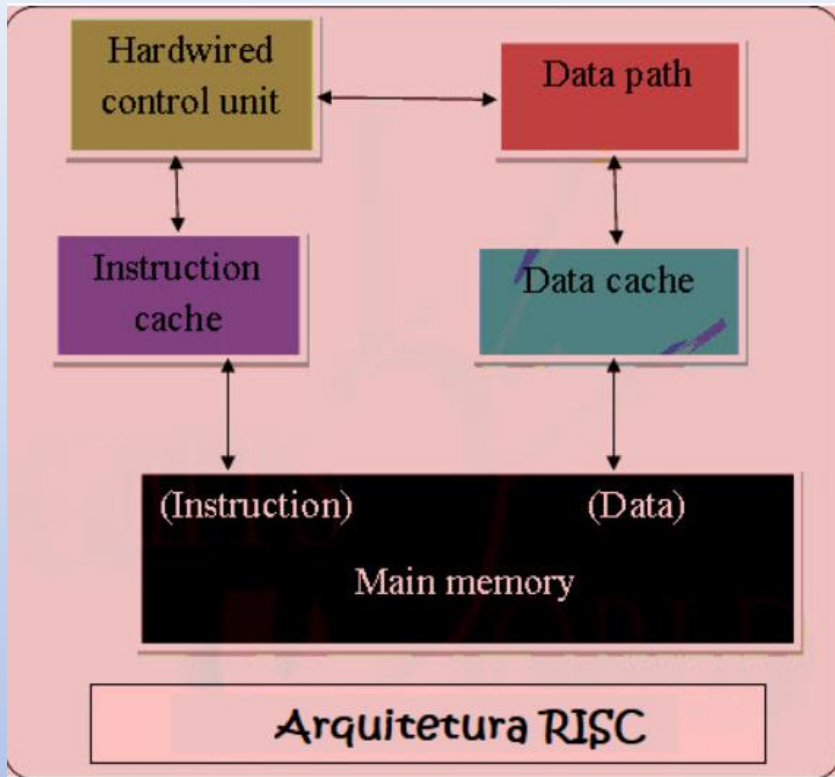


Figura 1: Blocos do TMS320F2812.

Microprocessadores DSP

- ❖ A tecnologia DSP está presente atualmente em infinitos dispositivos como celulares, computadores multimídia, gravadores de vídeo, CD players, controladores de disco rígido, modems e televisores, **servo conversores**, etc.
- ❖ Esta presente nas mais diversas áreas, como militar, médica, científica, automotiva e robótica.

Controlador



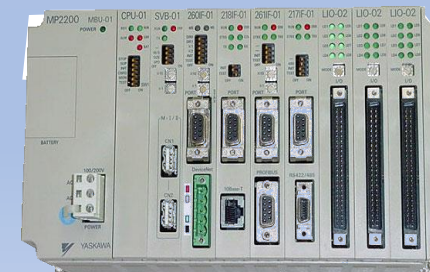
3. Os de **arquitetura RISC** (Reduced Instruction Set Computer), arquitetura utilizada pelo servoconversor WEG SCA-05).

4. Os de **arquitetura FPGA** (Field Programmable Gate Array), arquitetura utilizada pela National Instruments.

Controlador

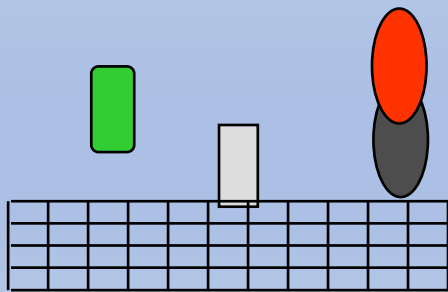
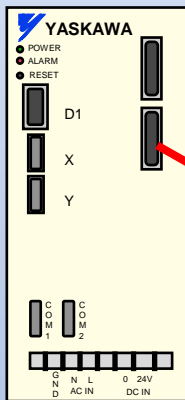


Microprocessadores DSP



- Os servos Sigma-5 podem operar com a maioria dos controladores disponíveis no mercado, incluindo Controladores de Movimento, CNC's, posicionadores e CLP's

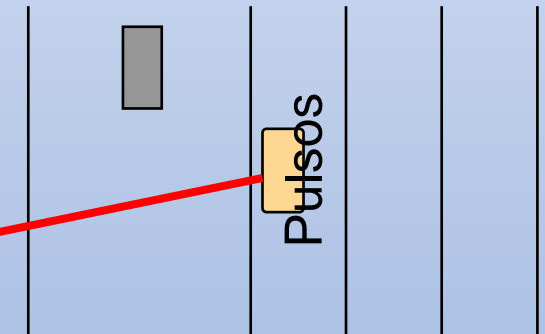
*Motion Controller
Genérico
(Controle de
Torque)*



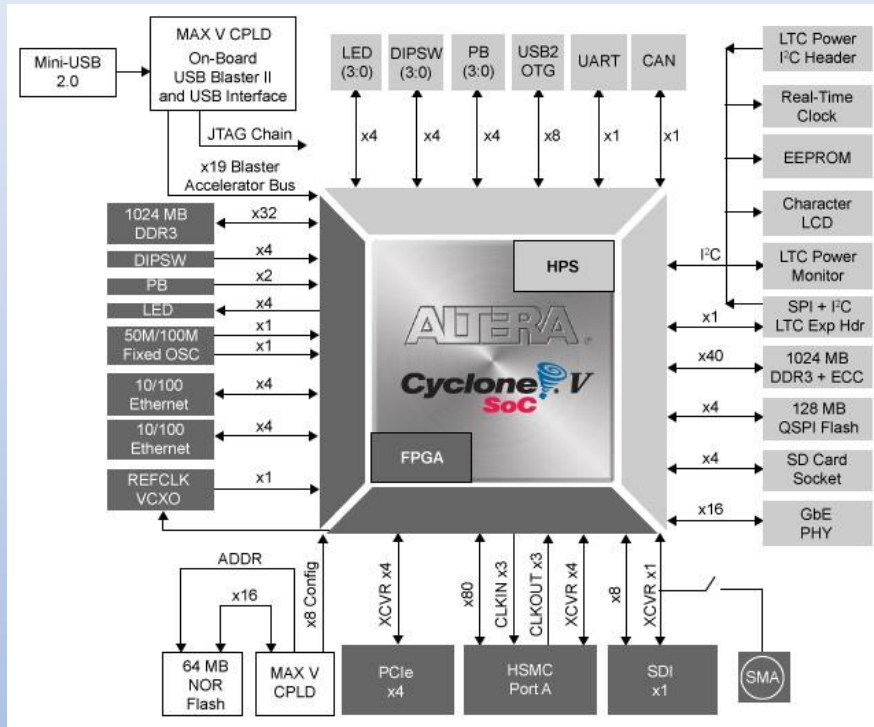
*CNC Genérico (Controle
de Velocidade)*



*PLC Genérico
(Controle de
Posição)*



Controlador



Processadores FPGA

- ❑ No projeto de hardware do processador core, utiliza-se uma interface gráfica com o usuário (GUI), denominada SOPC Builder, que permite ao projetista customizar o processador para uma aplicação particular.
- ❑ Os parâmetros de configuração incluem tamanho do barramento, tipo de memória, espaço de endereçamento, registros de propósito geral e específico, UART, controladores de Ethernet, etc.

Controlador

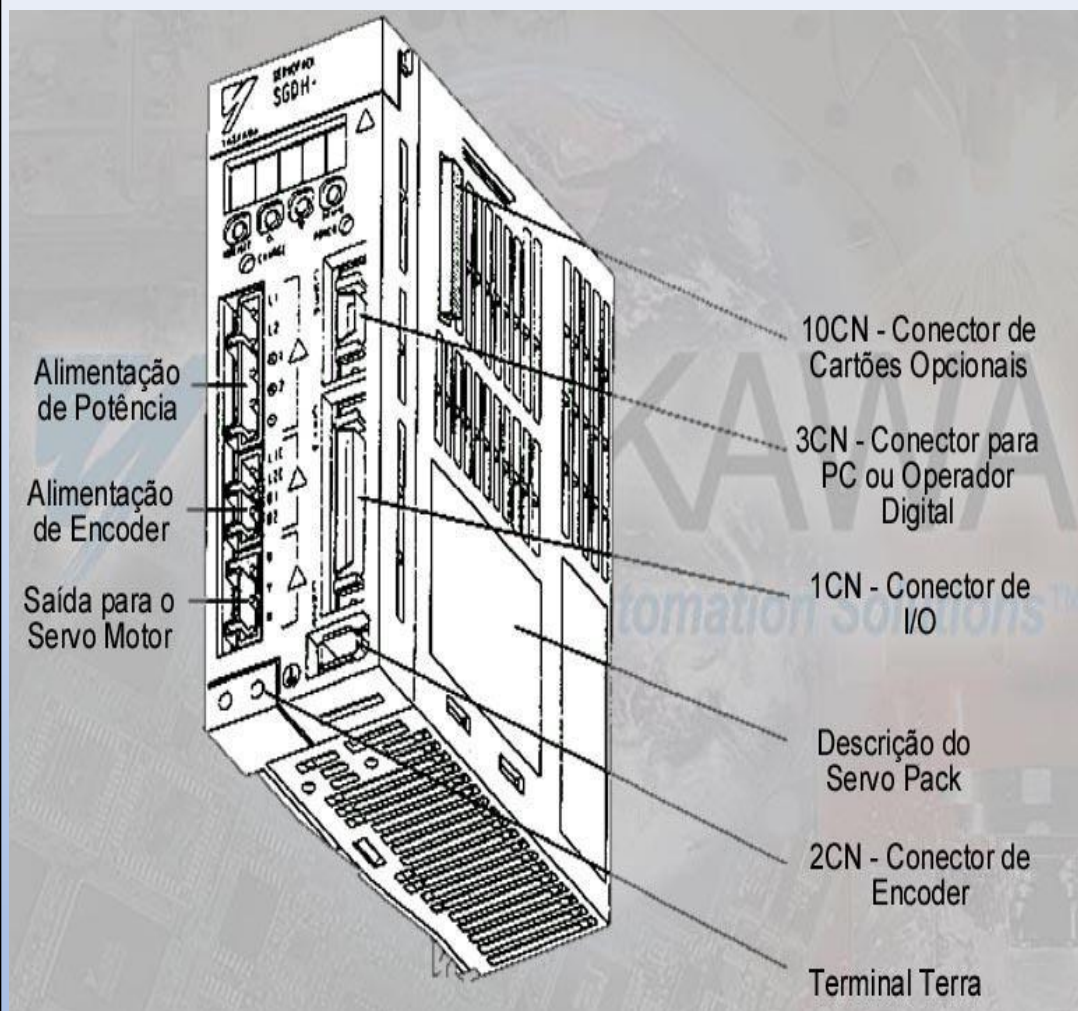


Processadores FPGA

- ❑ O controlador CompactRIO contém um processador e um FPGA reconfigurável. O processador é utilizado para comunicação de rede, data logging, controle e processamento com o sistema operacional NI Linux Real-Time de alto determinismo e confiabilidade.

- ❑ O FPGA programável pelo usuário dá a capacidade de implementar hardware customizado para aplicações de controle (servoacionamento) em alta velocidade, processamento de dados on-line ou funções complexas de temporização e trigger.

Controlador



Processadores FPGA

❑ Principais Aplicações

❖ Servo acionamentos.

- Máquina-ferramenta com comando numérico;
- Sistemas de posicionamento;
- Linhas de transporte;
- Robôs industriais;
- Sistemas flexíveis de manufatura.

Principais Características

Servos
Yaskawa

Motion Control System Overview

Controller Overview

■ **Controller Selection Criteria**

- *Programming Environment*
- *Communication to other systems*
 - *Networks – ethernet, devicenet*
- *Servo control features*
 - *Tuning algorithms*
 - *Type of command – speed, position, torque*
- *Number of servo “axes”*
- *Price*
- *Customer specification*
- *Manufacturer reputation*



7

Famílias de Servo Drives

Servos
Yaskawa

Motion Control System Overview

Controller Overview

- **Yaskawa's Controllers**
 - *MP2000iec family*
 - *MP2000 family*
- **Third Party Controllers**
 - *Galil*
 - *Delta Tau*
 - *Omron*





Servo Pack SGDH

**Classe 100V, 200V e 400V
Monofásico e Trifásico
Controle de Torque, Velocidade e
Posição**

Driving Value 

Motion Control System Overview



eLV.Sigma5.01.MtnCntrlOvrvw

Date: June 15, 2011

Revision: 1.00

Filme 2- Motion Control System Overview 2

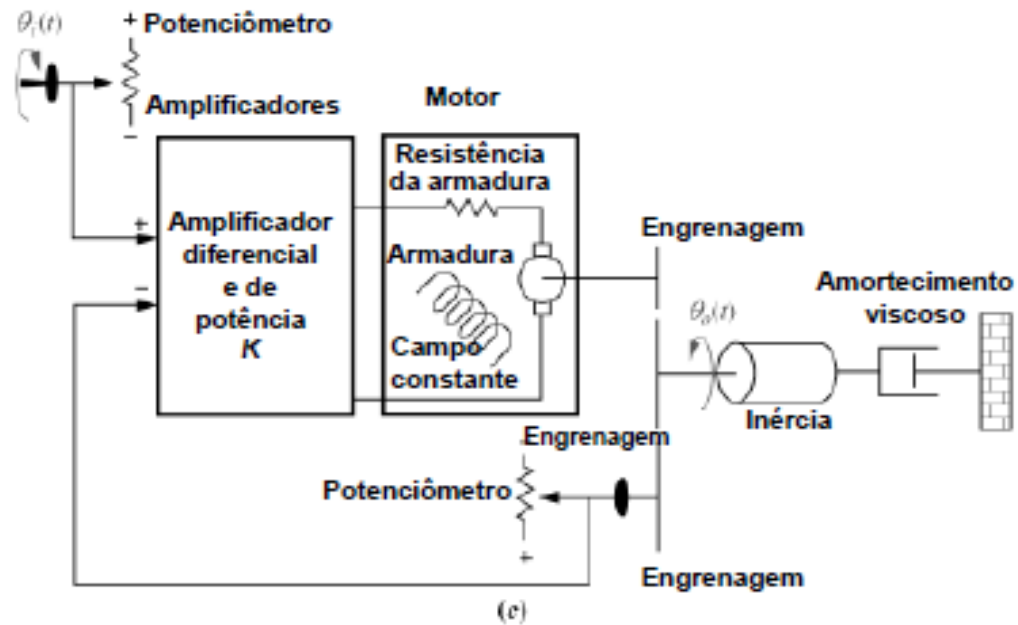
 YASKAWA

Atividade 1: Motor CC Acionando uma Antena

Determine um gráfico (posição x tempo), que possa visualizar a resposta do sistema com o Motor CC no controle da posição da antena em malha aberta. Utilize o MATLAB/SIMULINK.



Dados:



(c)

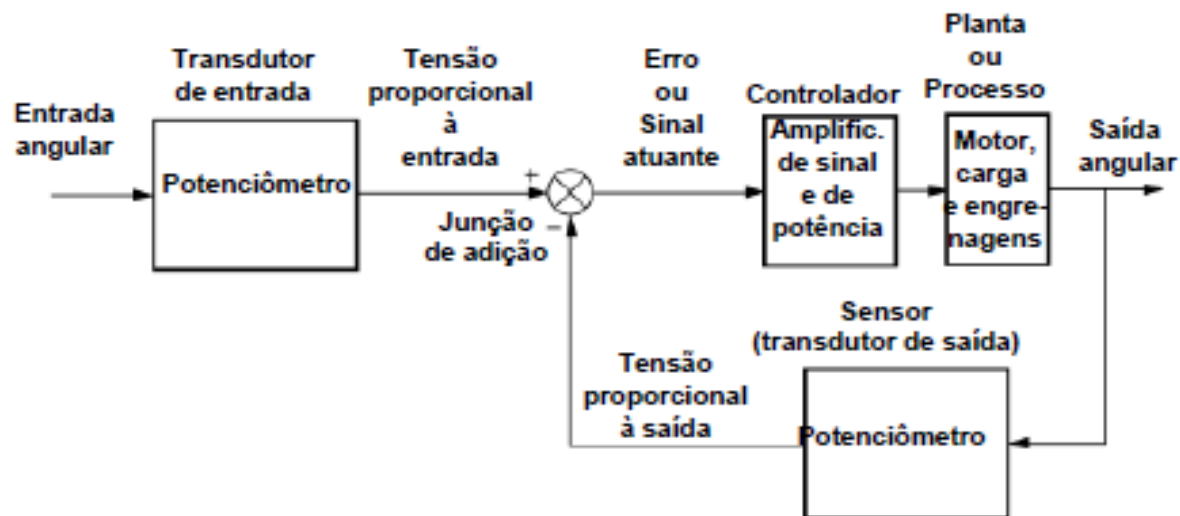
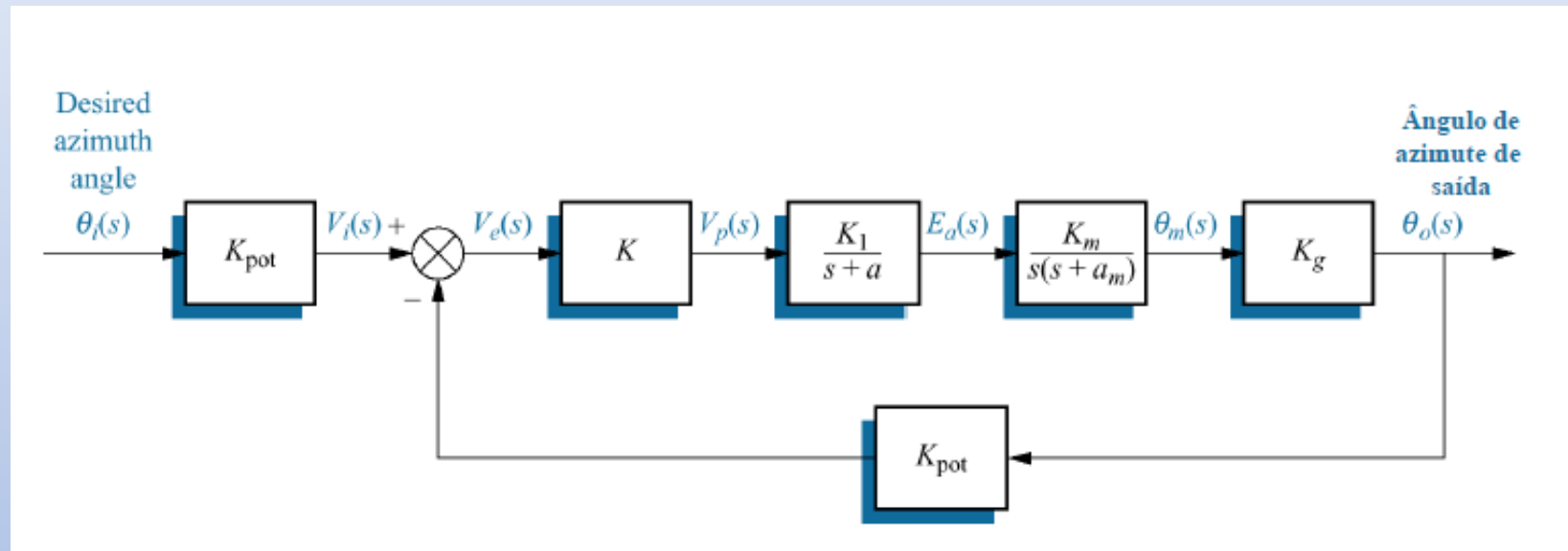


Diagrama do Sistema Proposto:



Dados:

Potenciômetros de Entrada e Saída

Parâmetro	Configuração 1	Configuração 2	Configuração 3
V	10	10	10
n	10	1	1
K	—	—	—
K_1	100	150	100
a	100	150	100
R_a	8	5	5
J_a	0,02	0,05	0,05
D_a	0,01	0,01	0,01
K_b	0,5	1	1
K_t	0,5	1	1
N_1	25	50	50
N_2	250	250	250
N_3	250	250	250
J_L	1	5	5
D_L	1	3	3

Dados:

Configuração 1 - A tensão sobre cada potenciômetro é $\pm 10V$, i.e., cinco voltas para no sentido + 10 volts ou no sentido -10 volts produzem uma variação de 10 volts. Cada volta tem 2π radianos. Portanto, o potenciômetro de entrada tem a seguinte relação entrada-saída:

$$\text{Assim, } \frac{V_i}{\theta_i} = \frac{10V}{10\pi} = K_{POT}$$

$$V_i = 10V \text{ (variação)}$$

$$\theta_i = 5 \times 2\pi \text{ (total de voltas)}$$

$$K_{POT} = \frac{1}{\pi} = 0,3183$$



Dados:

Amplificadores Diferencial e de Potência

Amplificador Diferencial: $V_p(s) = K.(V_i - V_o)$

O ganho K do amplificador precisa ser determinado (controlador). Vamos considerar o sistema em malha aberta. Portanto $K=1$.

Amplificador de Potência:

$$\frac{V_a(s)}{V_p(s)} = \frac{100}{s+100}$$

Dados:

Motor e Carga

As equações diferenciais e algébricas que modelam o motor e a carga são:

$$v_a(t) = R_a i_a(t) + K_b \dot{\theta}_m$$

Circuito de Armadura

$$\tau_m = K_T i_a = J_a \ddot{\theta}_m + D_a \dot{\theta}_m + \tau_L N_1 / N_2$$

Torque do Motor

$$\tau_L = J_L \ddot{\theta}_o + D_L \dot{\theta}_o$$

Torque da Carga

$$\theta_o = (N_1 / N_2) \theta_m$$

Acoplamento

Dados:

Motor e Carga (cont.)

Como precisamos computar a função de transferência $\frac{\theta_m(s)}{V_a(s)}$

τ_L deve ser escrito em termos de θ_m .

$$K_T * \frac{1}{R_a} (e_a(t) - K_b \dot{\theta}_m) = J_a \ddot{\theta}_m + D_a \dot{\theta}_m + (N_1 / N_2)^2 (J_L \ddot{\theta}_m + D_L \dot{\theta}_m)$$

$$K_T * \frac{1}{R_a} (e_a(t)) = (J_a + (N_1 / N_2)^2 J_L) \ddot{\theta}_m + (D_a + (N_1 / N_2)^2 D_L + \frac{K_T K_b}{R_a}) \dot{\theta}_m$$

$$K_T * \frac{1}{R_a} (e_a(t)) = J_m \ddot{\theta}_m + (D_m + \frac{K_T K_b}{R_a}) \dot{\theta}_m$$

$$J_m = (J_a + (N_1 / N_2)^2 J_L)$$

$$D_m = (D_a + (N_1 / N_2)^2 D_L)$$

Dados:

Motor e Carga (cont.)

Fazendo a TL com condições iniciais iguais a zero,

$$\frac{K_T}{R_a} E_a(s) = \left(J_m s^2 + \left(D_m + \frac{K_T}{R_a} \right) s \right) \theta_m(s) = s \left(J_m s + \left(D_m + \frac{K_T K_b}{R_a} \right) \right) \theta_m(s)$$

Substituindo os parâmetro do sistema e escrevendo no MATLAB:

```
K_T=0.5; K_b=0.5; R_a=8; J_a= 0.02; J_L=1; N1=25; N2=250;  
D_a=0.01; D_L=1;  
J_m=J_a + (N1/N2)^2*J_L
```

```
J_m =  
    0.0300
```

```
D_m=D_a + (N1/N2)^2*D_L  
D_m =  
    0.0200
```

Dados:

Motor e Carga (cont.)

```
Motor_carga=tf(K_T/R_a, [J_m, (D_m+(K_T*K_b/R_a)), 0])
```

Transfer function:

0.0625

0.03 s^2 + 0.05125 s

```
zpk(Motor_carga)
```

Zero/pole/gain:

2.0833

s (s+1.708)

$$\frac{\theta_o}{\theta_m}(s) = \frac{N_1}{N_2} = 0.1$$

Dados:

Motor e Carga (cont.)

$$\frac{\theta_o(s)}{V_a(s)} = 0.1 \left(\frac{\theta_m(s)}{V_a(s)} \right) = \frac{0.2083}{s(s+1.71)}$$

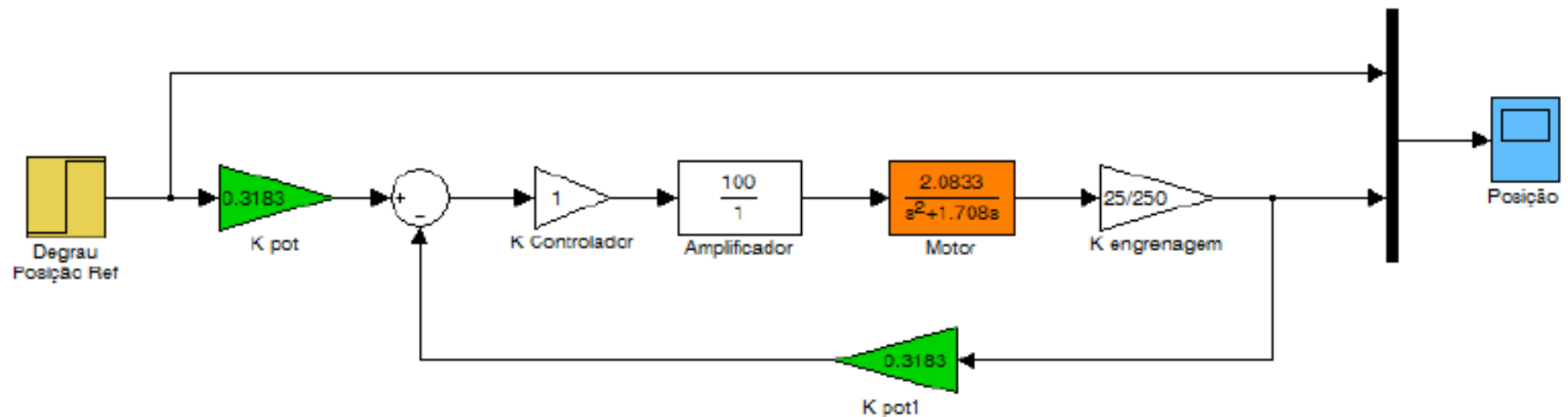
Função de transferência para o motor e carga

Dados:

Simulação

Montando o diagrama de blocos do slide ~~35~~ no Simulink: (36)

Para facilitar, vamos desprezar a dinâmica do conversor (amplificador). Neste caso, vamos representar o amplificador apenas por um ganho $G=100$



Sistema em malha aberta

Conclusões

