

# **TUTORIAL DE CONFIGURAÇÃO DO SERVO MOTOR**

## **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO .....	2
INSTALAÇÃO .....	3
CONFIGURAÇÃO DO MOTOR NO DRIVE CM .....	6
COMUNICAÇÃO .....	6
PARÂMETROS DO MOTOR .....	6
ENTRADA DIGITAL .....	9
AUTO-TUNING (AUTO-SINTONIA) .....	11
TESTE DO SERVO DRIVE NO DRIVE CM .....	16
MANUAL JOG.....	16
PROGRAM JOG .....	18
LISTA DE FIGURAS.....	24

## **INTRODUÇÃO**

O objetivo deste documento é orientar na instalação e configuração de um servo motor, com a criação de um programa de exemplo para auxiliar na compreensão e projetos de servo motores.

Neste tutorial, os seguintes dispositivos foram utilizados:

- Driver: L7CA004U;
- Servo: APMC-FBL04AYK;
- Cabo de Alimentação: APCS-PN05LSC;
- Cabo de encoder: APCS-EN05ES;
- Cabo de I/O: APC-CN105A;
- CLP: XBC-DN40SU;

E os softwares:

- Drive CM;
- XG5000.



- 2- Um resistor de potência deve ser inserido entre B e B+ para evitar a queima do Driver, de acordo com a tabela a seguir:

Make sure to use the standard resistance values for the B+ and B terminals when using external regenerative resistance.


Models	Resistance	Standard Capacity	* Notes
100[W]	100[Ω]	External 50[W]	 <b>Caution</b> For resistance values to use during regenerative capacity expansion, refer to Section 16.3, "Optional and Peripheral Devices."
200[W]			
400[W]			
800[W]	40[Ω]	External 100[W]	
1[kW]			

Figura 3 - Tabela de resistor regenerativo.

Como neste tutorial o motor é de 400W, foi utilizado uma resistência de aproximadamente 100Ω.

- 3- A alimentação deste modelo de Driver é 220V e deve ser conectado em L1 e L2 e o Terra no aterramento:



Figura 4 - Alimentação do servo drive.

- 4- Ligue o conector de encoder APCS-EN05ES ao Servo e a outra ponta do conector no Driver:

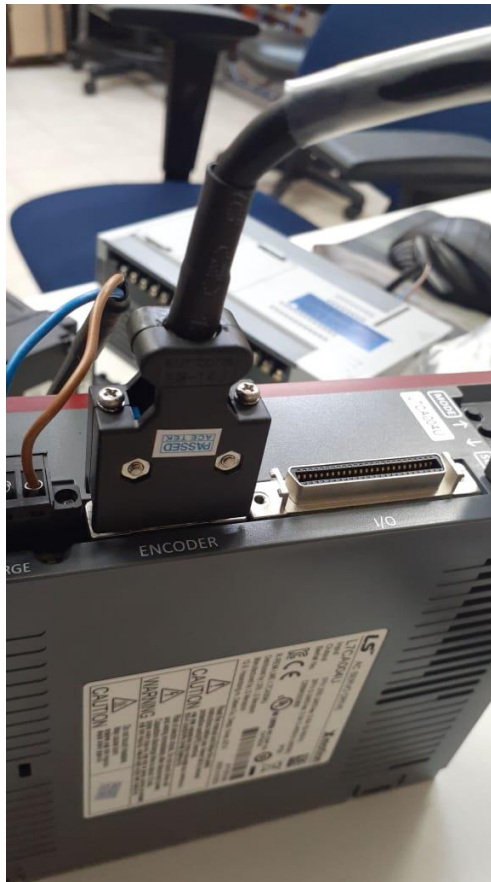


Figura 5 - Ligação do cabo de Encoder.

## CONFIGURAÇÃO DO MOTOR NO DRIVE CM

### COMUNICAÇÃO

- 1- Conecte o cabo USB ao Driver e ao PC.
- 2- Abra o software Drive CM, escolha o modo de conexão USB, o tipo de drive deste tutorial é o L7C e clique em conectar:

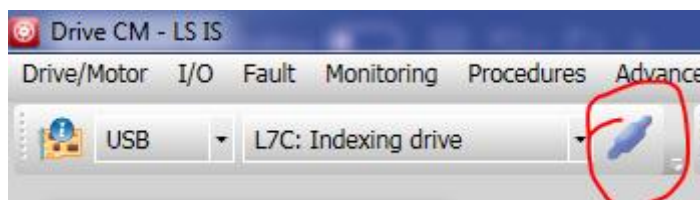


Figura 6 - Conexão USB no Drive CM.

### PARÂMETROS DO MOTOR

- 3- Entre em "Drive/Motor" -> "Motor Encoder"

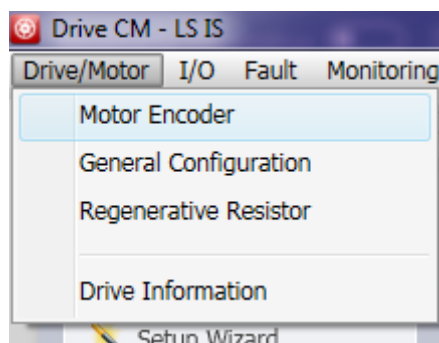


Figura 7 - Motor Encoder.

- 4- O parâmetro "Motor ID" deve ser alterado para o ID do servo motor da LS:

Item	Value	Unit or Descriptions
<b>Motor Setup</b>		
3rd party Motor*	<input type="checkbox"/> Yes/No	
Motor ID*	716	
Linear Motor*	<input type="checkbox"/> Yes/No	
Magnetic Pole Pitch*	2400	0.01mm
Commutation Method*	Use hall	Hall commutation or does not need commutation
Commutation Current	500	0.1%
Commutation Time	1000	ms

Figura 8 - Parâmetros de Motor Encoder.

Este dado está na lateral do servo motor, nos dados de placa, que no caso do APMC-FBL04AYK é o ID 716.

Insira o valor 716 e aperte ENTER.



Figura 9 - Motor ID.

- 5- Salve na memória EEPROM, clicando em “Save to Memory” e espere a mensagem de aviso desaparecer automaticamente.

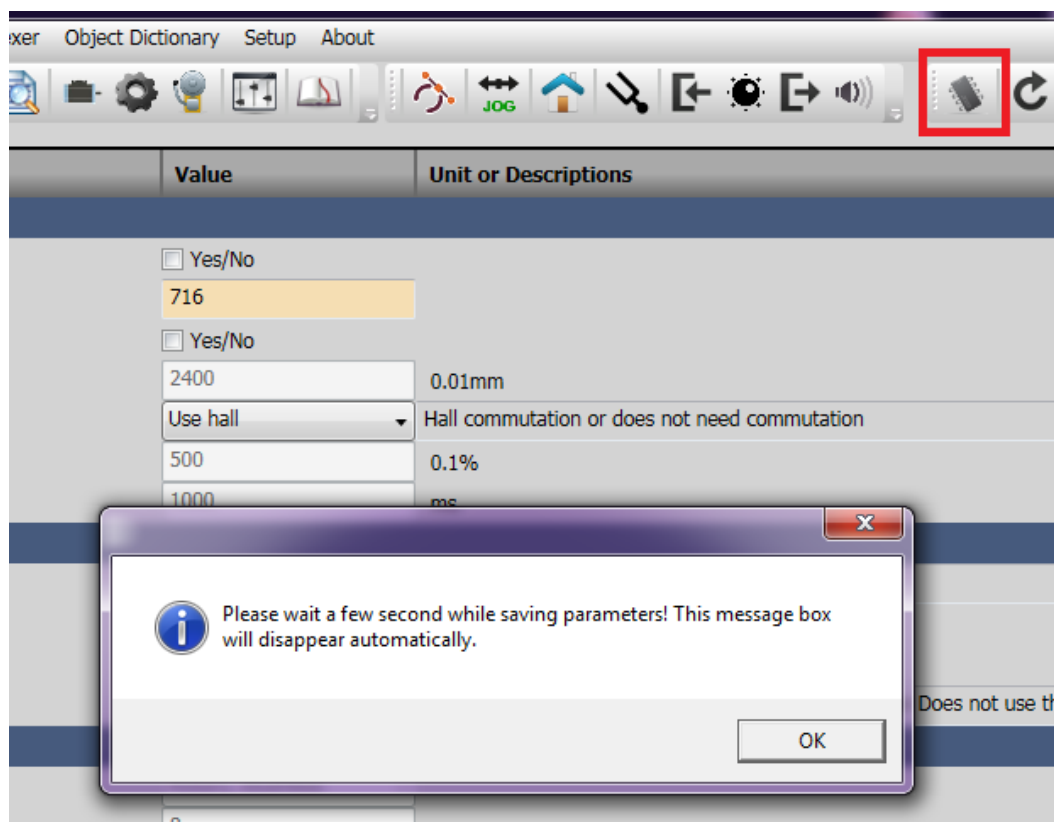


Figura 10 - Save to Memory.

## SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO

6- Reinicie o software clicando em “Software Reset”

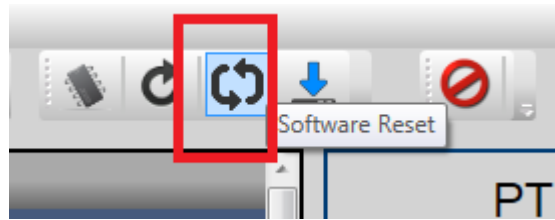


Figura 11 - Software Reset.

7- Com isso, a quantidade de Bits do encoder será atualizada automaticamente. Pois neste caso o encoder do servo motor é de 17 bits, ou seja, a resolução de  $2^{17}=131072$ .

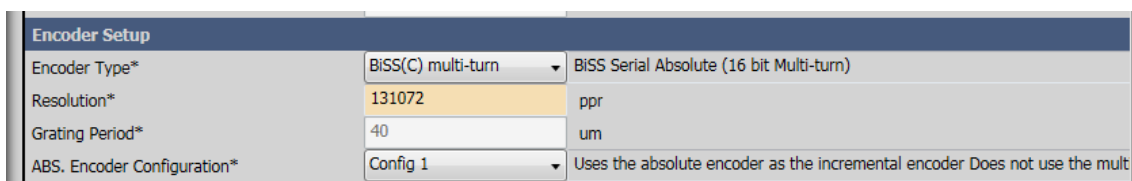


Figura 12 - Parâmetro de resolução do encoder.

8- Entre em “Drive/Motor” -> “Regenerative Resistor” para configurar o resistor conectado em B e B+.

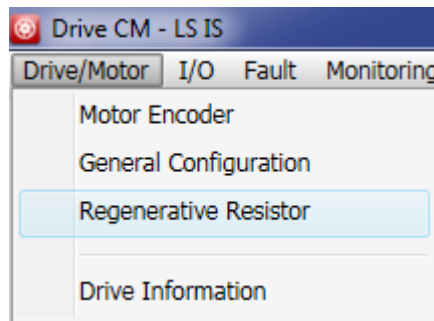


Figura 13 - Resistor Regenerativo.

9- A resistência foi medida com um multímetro e os dados foram preenchidos conforme a imagem da tabela a seguir:



Item	Value	Unit or Descriptions
<b>Regenerative Resistor Configuration</b>		
Use External Resistor	<input checked="" type="checkbox"/> Yes/No	
Resistor Value	93	ohm
Resistor Power	10	Watt
Resistor Peak Power	100	Watt
Duration Time at Peak Power	5000	ms
Derating Factor	100	%

Figura 14 - Parâmetros do resistor regenerativo.

## ENTRADA DIGITAL

10- Entre em "I/O" -> "Digital Input":

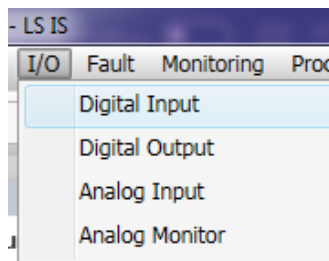


Figura 15 - Entrada digital.

11- Altere todas as entradas digitais para HIGH para um teste inicial de drive no software Drive CM, se não o Drive entra em alarme de aviso caso POT, NOT ou EMG esteja em LOW.

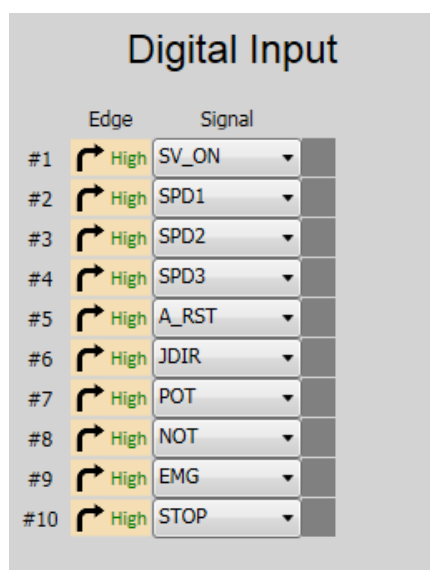


Figura 16 - Parâmetros de entrada digital.

**SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

12- Entre em “Procedures” -> “Misc. Function”.

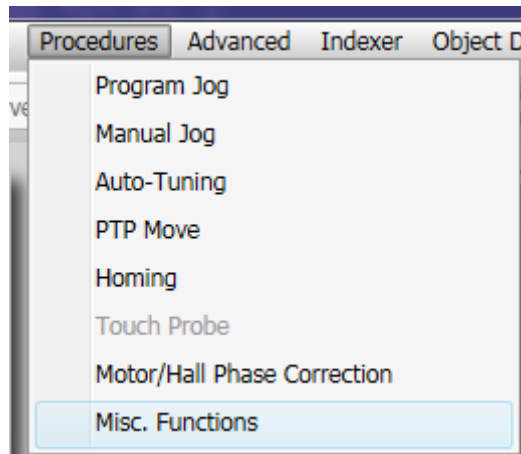



Figura 17 - Misc. Functions.

13- Realize o reset do encoder, calibre as correntes nas 3 fases do motor e aperte para fazer o reset do software (3 botões):

## Misc. Functions


**Absolute Encoder Reset**

Multi-Turn Data  Rev.

 Reset

**Calibrate Current Offset**

U phase current	<input type="text" value="0"/>	%
V phase current	<input type="text" value="-0,6"/>	%
W phase current	<input type="text" value="0"/>	%

 Calibrate

**Software Reset**

Drive will be reset by software !


 SW Reset

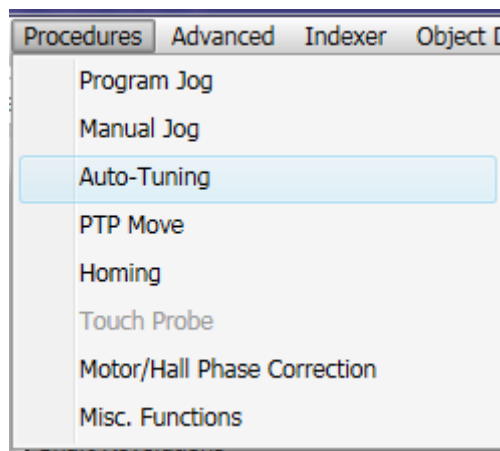
Figura 18 - Parâmetros de Misc. Function.

**SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

Rua Major Vicente de Castro,140 – CEP: 81030-020 – Curitiba – Paraná -Tel. 41 3074.0300  
[www.similar.ind.br](http://www.similar.ind.br)

## ***AUTO-TUNING (AUTO-SINTONIA)***

- 1- Entre em “Procedures” -> “Auto-Tuning”:



**Figura 19 - Auto-Tuning.**

- 2- Instale a carga que será utilizada no servo motor (fisicamente), pois o Auto-Tuning realizará alguns testes rotacionando o eixo com a carga para definir os seguintes parâmetros de sintonia:

Inertia Ratio	0	%
Position Loop Gain 1	22	1/s
Speed Loop Gain 1	33	Hz
Speed Loop Integral Time Constant 1	30	ms
Torque Command Filter Time Constant 1	8	0.1ms
Notch Filter 3 Freq	5000	Hz
Notch Filter 4 Freq	5000	Hz

**Figura 20 - Parâmetros de sintonia.**

- 3- Os parâmetros do Auto-Tuning podem ser vistos na figura abaixo e serão explicados a seguir, em que foi será explicado como realizar o Online Tuning.

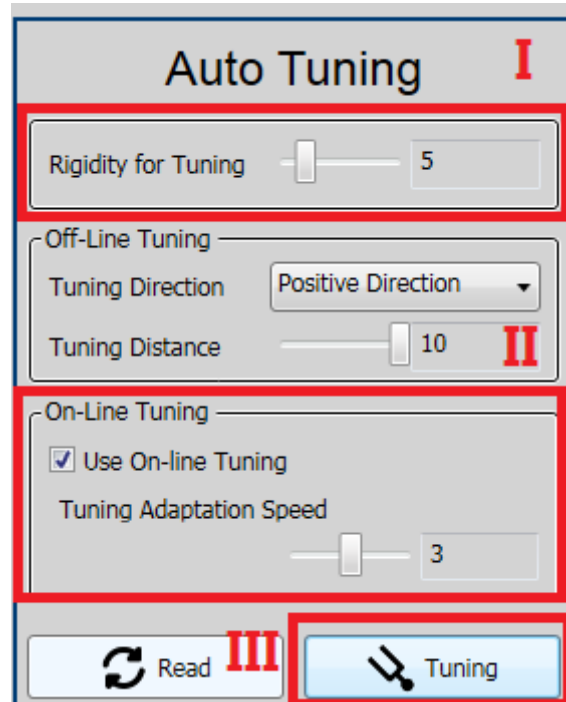


Figura 21 - Sintonia.

Os Parâmetros de “Rigidity” e “Off-Line Tuning” são utilizados para realizar a sintonia offline, conforme o diagrama de blocos a seguir:

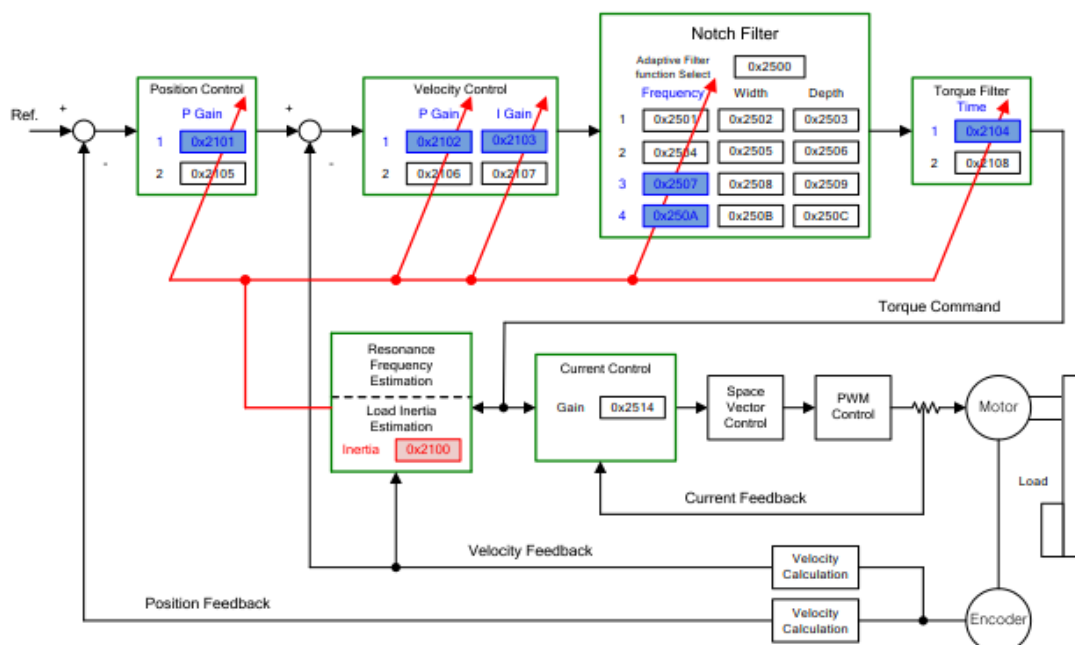


Figura 22 - Diagrama de blocos para o Offline Tuning.

O Online Tuning é uma função da configuração automática de ganho proporcional, ganho proporcional de velocidade, constante de tempo integral da velocidade e filtro de comando

**SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

de torque de acordo com as regras gerais e rigidez (rigidity) definida pelo usuário, com base em estimativas da inércia do sistema e comandos recebidos dos dispositivos superiores e não usando o ajuste automático off-line gerado pelo drive em si.

A função executa a sintonia online (online tuning) consultando os valores na tabela de ganho em 20 graus de rigidez, reflete regularmente os resultados da sintonia e salva os valores de ganho alterados a cada 2 minutos na EEPROM.

Isto pode refletir nos valores da estimativa, seja lentamente ou rapidamente, de acordo com o valor de adaptação da configuração de velocidade, e determina a capacidade de resposta geral do sistema usando apenas um único parâmetro de configuração de rigidez.

Nos casos abaixo, a estimativa da taxa de inércia pode estar incorreta pela sintonia automática online.

- A variação da carga é muito alta
- A rigidez da carga é muito baixa ou a folga do sistema é severa
- A carga é muito pequena (menor que x3) ou muito grande (maior que x20)
- A aceleração ou desaceleração é muito baixa, resultando em insuficiência do torque de aceleração / desaceleração (inferior a 10% do valor nominal)
- A velocidade de rotação é baixa (inferior a 10% do valor nominal)
- O torque de fricção é alto

Nas condições acima ou quando a auto sintonia não melhorar a operação, execute a sintonia de ganho offline.

- I. “Rigidity for Tuning”: Há 20 graus diferentes de rigidez conforme a Figura 23. Se você selecionar um valor de configuração de rigidez do sistema, os valores de ganho (Position Loop Gain 1, Speed Loop Gain2, Speed Loop Integral Time Constant 1, Torque Command Filter Time Constant 1) são determinados automaticamente. O valor de configuração de fábrica da rigidez do sistema é 5.

Aumentar o valor de configuração da rigidez do sistema aumenta os valores de ganho e reduz o tempo de posicionamento. No entanto, se o valor ajustado for muito alto, poderão ocorrer vibrações dependendo da configuração da máquina. Os valores de rigidez do sistema precisam ser definidos de valores baixos a altos dentro da faixa em que não há vibração.

[0x250E] System Rigidity	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
[0x2101] Position Loop Gain 1	2	5	10	15	22	30	40	50	60	73
[0x2102] Speed Loop Gain 1	3	8	15	23	33	45	60	75	90	110
[0x2103] Speed Loop Integral Time Constant 1	190	70	50	40	30	22	15	13	10	9
[0x2104] Torque Command Filter Time Constant 1	80	30	20	10	8	6	4	3	3	2

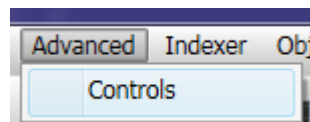
[0x250E] System Rigidity	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
[0x2101] Position Loop Gain 1	87	100	117	133	160	173	200	220	240	267
[0x2102] Speed Loop Gain 1	130	150	175	200	240	260	300	330	360	400
[0x2103] Speed Loop Integral Time Constant 1	8	7	6	6	5	5	4	4	3	3
[0x2104] Torque Command Filter Time Constant 1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1

**Figura 23 - Tabela de rigidez (rigidity).**

- II. **“On-Line Tuning”:** marque a caixa de seleção **“Use On-Line Tuning”** e altere o parâmetro de **“Tuning Adaptation Speed”**. Este é utilizado para especificar a velocidade de refletir as alterações de ganho da sintonização automática online. Quanto maior o valor da configuração, mais rapidamente as mudanças de ganho são refletidas.
- III. **“Tuning”:** Clique no botão **“Tuning”** para realizar a sintonia, o servo motor irá rotacionar para ambos os lados e os parâmetros de controle serão fornecidos.

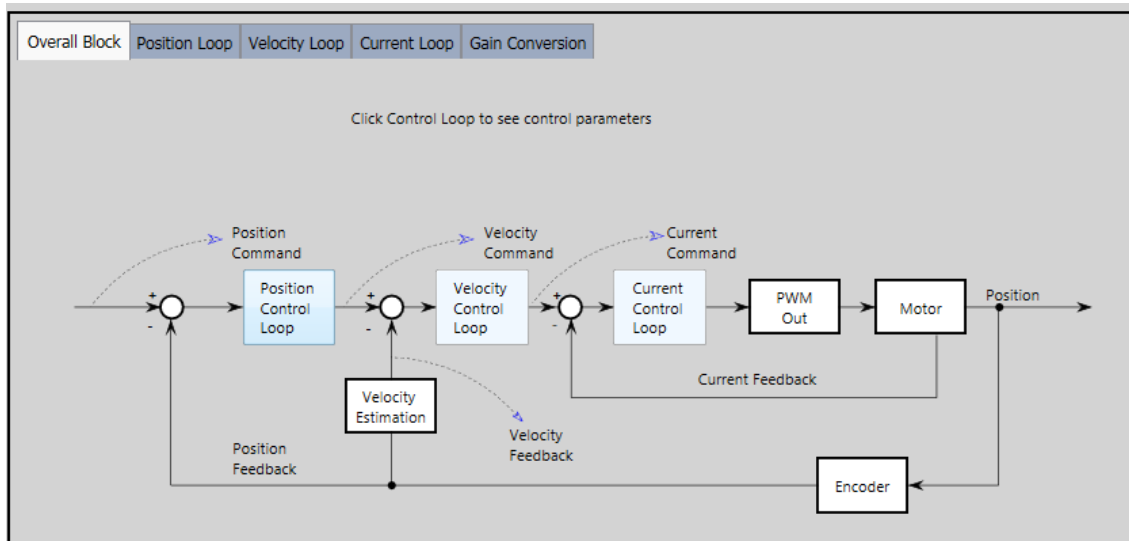
Caso seja necessário realizar a sintonia manualmente, ou se o Engenheiro de Controle já realizou a modelagem do sistema e possui os parâmetros de controle, os parâmetros podem ser inseridos conforme os passos a seguir:

- 4- Entre em **“Advanced”** -> **“Controls”**.



**Figura 24 - Advanced Controls.**

- 5- E os parâmetros de cada bloco do diagrama de blocos podem ser definidos.



**Figura 25 - Diagrama de blocos dos parâmetros de controle.**

## TESTE DO SERVO DRIVE NO DRIVE CM

### MONITORAMENTO

Há dois tipos de monitoramento, o “Trace/Trigger Graph” e o “Cyclic Monitor”. Ambas são muito úteis para configurar e testar o servo motor.

O Trace/Trigger Graph mostra os gráficos dos parâmetros definidos e também possui a opção de “Gain Window”, que é muito útil para a sintonia dos parâmetros de controle do servo drive e servo motor.

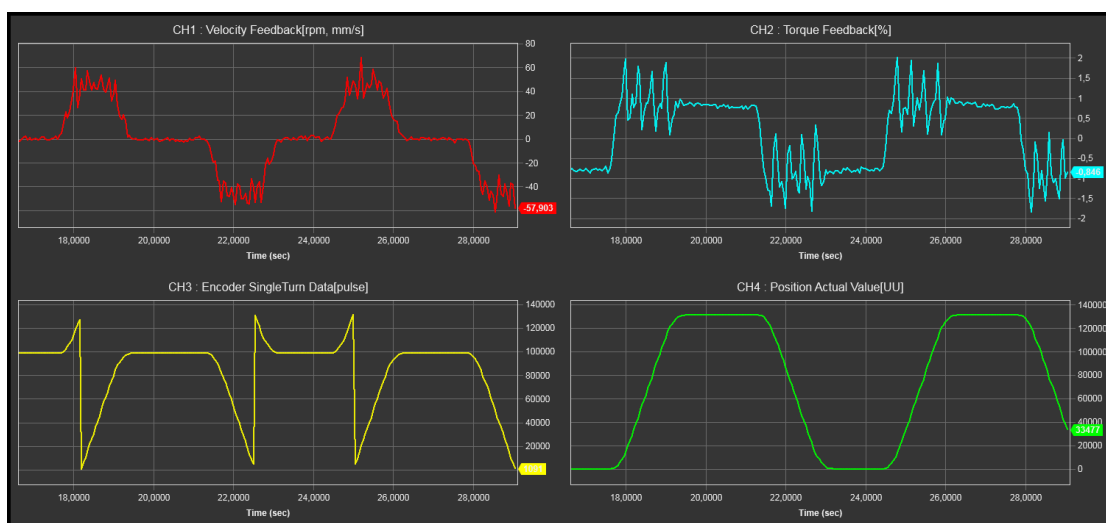


Figura 26 – Trace/Trigger Graph.

Já o “Cyclic Monitor” ilustra as informações do Driver em formato de texto, em que o Display do driver pode ser configurado no parâmetro “7 Segment Display”.



Figura 27 - Cyclic Monitor.

### SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO



## MANUAL JOG

- 1- Para um teste de manual Jog e ver a movimentação do servo motor e o sentido de rotação, entre em “Procedures” -> “Manual Jog”

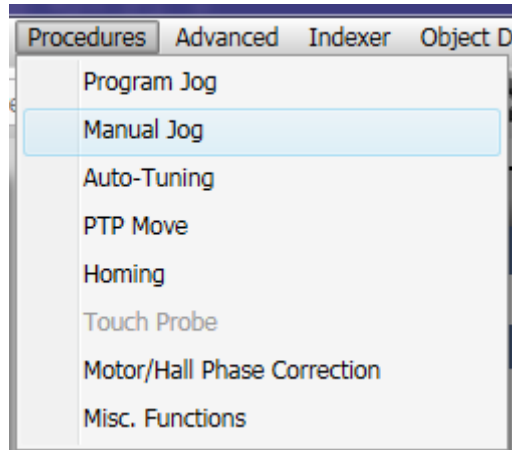


Figura 28 - Manual Jog.

- 2- Os parâmetros do Manual Jog podem ser vistos na figura abaixo e serão explicados a seguir:

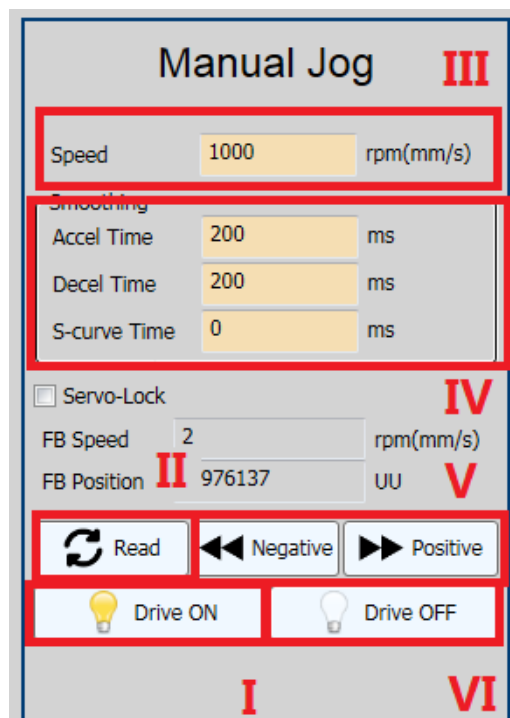


Figura 29 - Parâmetros de Manual Jog.

- I. “Drive On”: Aperte este botão para ligar o servo drive;
- II. “Read”: Aperte este botão para atualizar os dados de “Feedback Speed” e “Feedback Position”;

## SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO

- III. “Speed”: Este é o campo para escolher a velocidade nominal de operação do servo motor;
- IV. Estes são os campos para escolher o tempo de aceleração do servo motor, quanto menor o tempo, mais rápido será a aceleração do motor. Há dois tipos de aceleração, o primeiro é quando o parâmetro “S-Curve Time” é igual a 0:

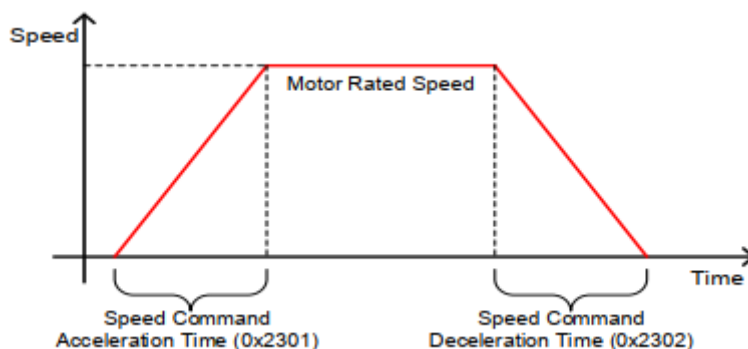


Figura 30 - Gráfico de aceleração e desaceleração.

Então a aceleração e a desaceleração se comportam como rampas.

A segunda é quando o parâmetro “S-Curve Time” é igual ou maior que 1:

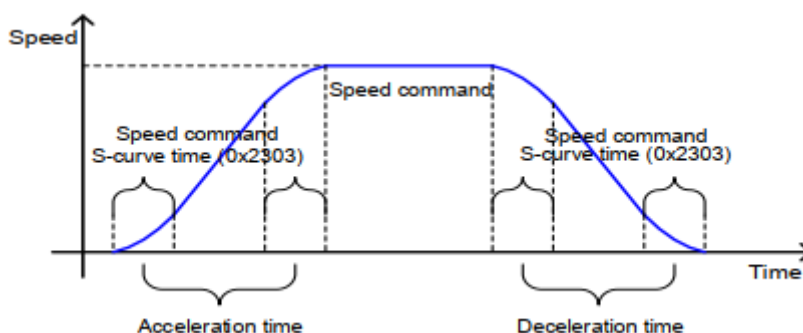


Figura 31 - Gráfico do S-Curve.

É utilizado para suavizar o comportamento de aceleração e desaceleração do servo motor, evitando movimentos mecânicos muito bruscos.

- V. E os botões “Negative” e “Positive” movimentam o servo motor de acordo com os parâmetros preenchidos nos campos. O botão pode ser pressionado pelo tempo necessário em que se deseja realizar o Manual Jog.
- VI. “Drive Off”: Após os testes, o drive pode ser desligado apertando este botão.

## PROGRAM JOG

- 1- Para um teste de program Jog e ver a movimentação do servo motor e o sentido de rotação, entre em “Procedures” -> “Program Jog”

**SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

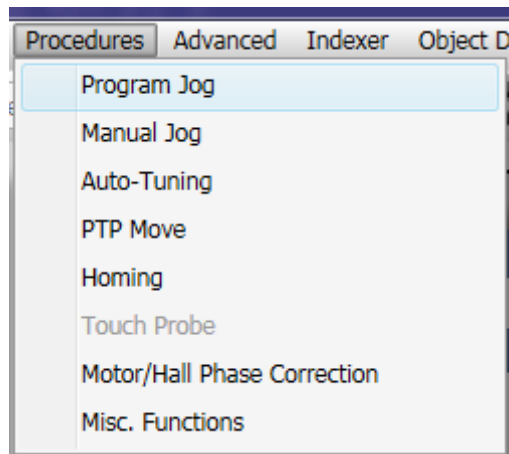


Figura 32 - Program Jog.

- 2- Os parâmetros do Program Jog podem ser vistos na figura abaixo e serão explicados a seguir:

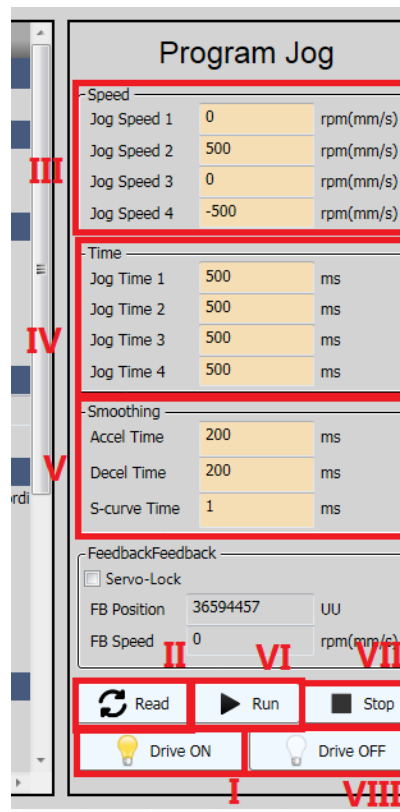


Figura 33 - Parâmetros de Program Jog.

- I. “Drive On”: Aperte este botão para ligar o servo drive;
- II. “Read”: Aperte este botão para atualizar os dados de “Feedback Speed” e “Feedback Position”;

- III. “Speed”: Estes campos são utilizados para escolher a velocidade nominal de operação do servo motor em cada Jog. São 4 opções de Jog em que o servo motor gira sequencialmente de 1 a 4 e a velocidade pode ser positiva ou negativa (-);
- IV. “Time”: Estes campos são utilizados para determinar o tempo que o servo motor irá rotacionar na velocidade escolhida em Speed (III), por exemplo: com 1000 ms o servo drive ficará 1 segundo girando no sentido e velocidade definidos em “Speed”;
- V. “Smoothing”: Estes são os campos para escolher o tempo de aceleração do servo motor, quanto menor o tempo, mais rápido será a aceleração do motor. Há dois tipos de aceleração, o primeiro é quando o parâmetro “S-Curve Time” é igual a 0:

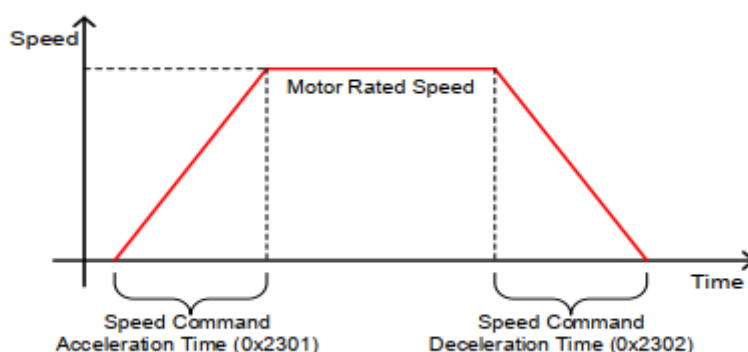


Figura 34 - Gráfico de aceleração e desaceleração.

Então a aceleração e a desaceleração se comportam como rampas.

A segunda é quando o parâmetro “S-Curve Time” é igual ou maior que 1:

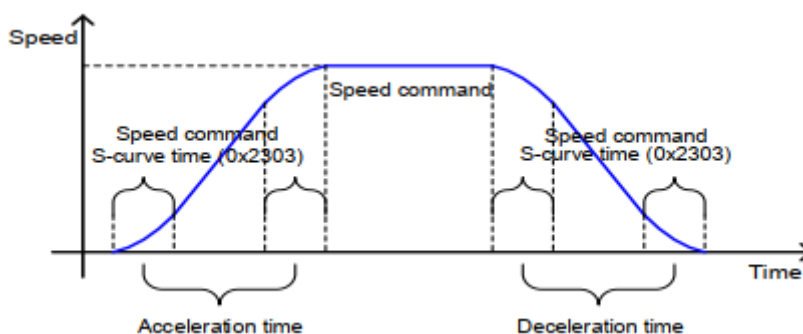


Figura 35 - Gráfico do S-Curve.

É utilizado para suavizar o comportamento de aceleração e desaceleração do servo motor, evitando movimentos mecânicos muito bruscos.

- VI. “Run”: Inicia o Program Job;
- VII. “Stop”: Para o Program Job;

VIII. “Drive Off”: Após os testes, o drive pode ser desligado apertando este botão.

Uma programação conforme a Figura 36 gera o gráfico de velocidade x tempo da Figura 37.

Speed		
Jog Speed 1	0	rpm(mm/s)
Jog Speed 2	500	rpm(mm/s)
Jog Speed 3	0	rpm(mm/s)
Jog Speed 4	-500	rpm(mm/s)
Time		
Jog Time 1	500	ms
Jog Time 2	5000	ms
Jog Time 3	500	ms
Jog Time 4	5000	ms

Figura 36 - Exemplo de Program Jog.

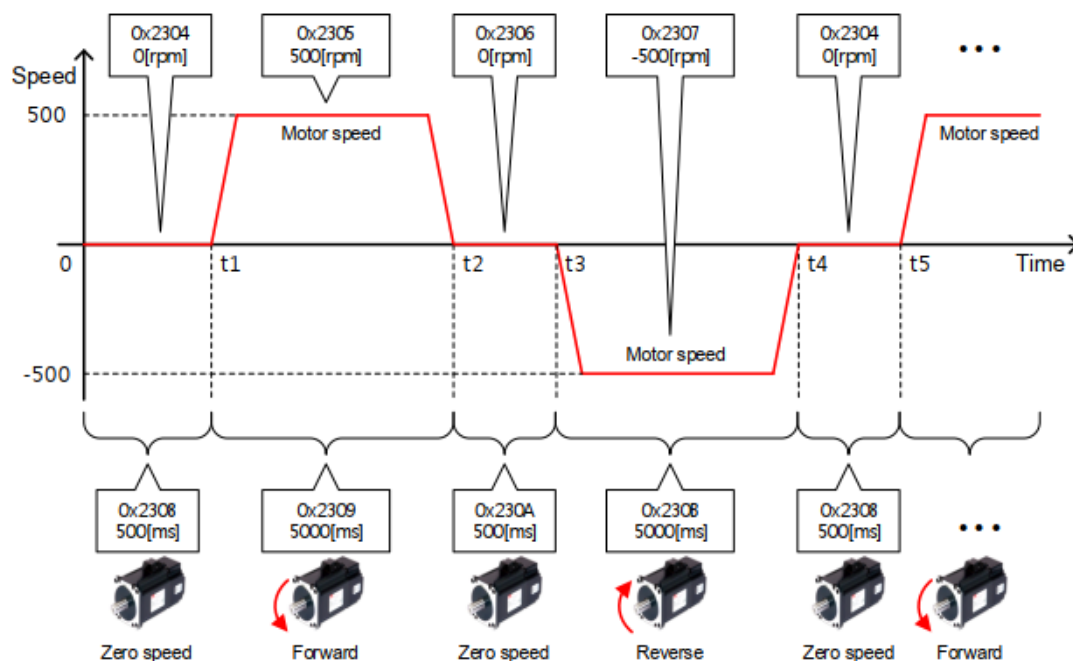


Figura 37 - Gráfico da velocidade x tempo do program jog.

## PTP MOVE

Para realizar o teste de movimentação do servo motor pela posição e não pela velocidade, a função PTP Move deve ser utilizada.

- 1- Para um teste de PTP Move e ver a movimentação do servo motor pelo posicionamento fornecido pelo encoder, entre em "Procedures" -> "PTP Move"

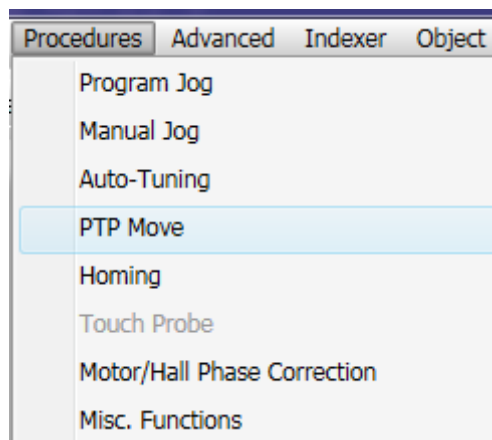


Figura 38 - PTP Move.

- 2- Os parâmetros do PTP Move podem ser vistos na figura abaixo e serão explicados a seguir:

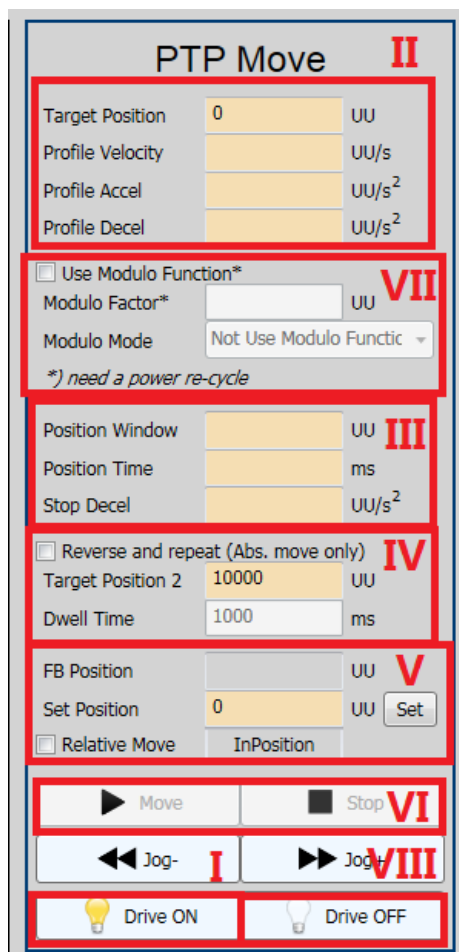


Figura 39 - Parâmetros do PTP Move.

**SIMILAR TECNOLOGIA E AUTOMAÇÃO**

- I. **“Drive On”**: Aperte este botão para ligar o servo drive;
- II. **“Target Position”**: O parâmetro Target Position, do modo Profile Position (PP), é utilizado para mover o servo motor até a posição desejada. Cada volta no eixo do servo motor é a resolução do encoder, que neste caso é de 131072 UU.

Ao enviar o servo motor da posição 0 até a posição 131072, o gráfico de posição e do encoder é o seguinte:

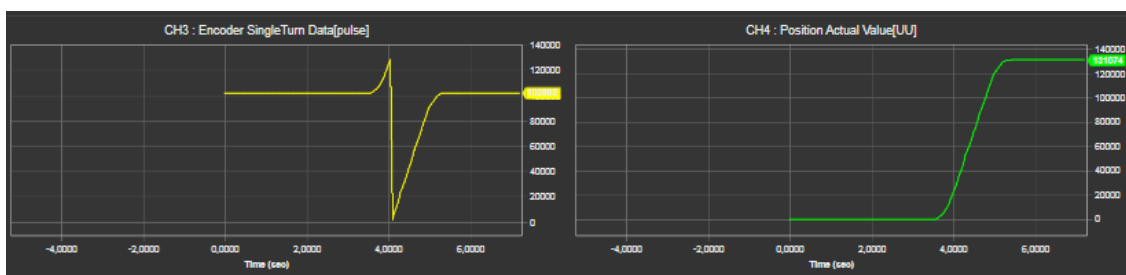


Figura 40 - Gráfico da posição e do encoder para o Profile Position.

- III. **“Position Window”**: Neste parâmetro é definido o intervalo de tolerância da posição do servo motor, caso ele esteja dentro da tolerância, a caixa “In Position” ficará da cor verde, caso contrário da cor do fundo do software.
- IV. Ao habilitar a caixa de seleção **“Reverse and Repeat”**, o servo motor rotacionará até a posição definida em **“Target Position”** e depois irá até a posição definida em **“Target Position 2”**, repetindo este movimento.

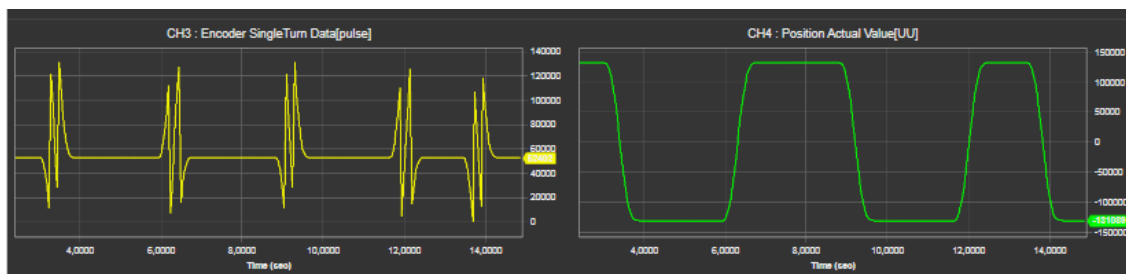


Figura 41 - Gráfico da posição e do encoder para o Reverse and Repeat.

- V. Ao clicar no botão **“Set”**, a posição atual do eixo do servo motor será definida pelo valor inserido no campo **“Set Position”**. Caso a caixa de seleção de **“Relative Move”** esteja marcada, o movimento do servo motor é realizado para a posição igual a posição atual mais a posição definida em **“Target Position”**:

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Instalação Elétrica. ....	3
Figura 2 – Alimentação do servo motor. ....	3
Figura 3 - Tabela de resistor regenerativo. ....	4
Figura 4 - Alimentação do servo drive. ....	4
Figura 5 - Ligação do cabo de Encoder. ....	5
Figura 6 - Conexão USB no Drive CM. ....	6
Figura 7 - Motor Encoder. ....	6
Figura 8 - Parâmetros de Motor Encoder. ....	6
Figura 9 - Motor ID. ....	7
Figura 10 - Save to Memory. ....	7
Figura 11 - Software Reset. ....	8
Figura 12 - Parâmetro de resolução do encoder. ....	8
Figura 13 - Resistor Regenerativo. ....	8
Figura 14 - Parâmetros do resistor regenerativo. ....	9
Figura 15 - Entrada digital. ....	9
Figura 16 - Parâmetros de entrada digital. ....	9
Figura 17 - Misc. Functions. ....	10
Figura 18 - Parâmetros de Misc. Function. ....	10
Figura 19 - Auto-Tuning. ....	11
Figura 20 - Parâmetros de sintonia. ....	11
Figura 21 - Sintonia. ....	12
Figura 22 - Diagrama de blocos para o Offline Tuning. ....	12
Figura 23 - Tabela de rigidez (rigidity). ....	14
Figura 24 - Advanced Controls. ....	14
Figura 25 - Diagrama de blocos dos parâmetros de controle. ....	15



Figura 26 - Manual Jog. ....	17
Figura 27 - Parâmetros de Manual Jog.....	17
Figura 28 - Gráfico de aceleração e desaceleração.....	18
Figura 29 - Gráfico do S-Curve.....	18
Figura 30 - Program Jog.....	19
Figura 31 - Parâmetros de Program Jog.....	19
Figura 32 - Gráfico de aceleração e desaceleração.....	20
Figura 33 - Gráfico do S-Curve.....	20