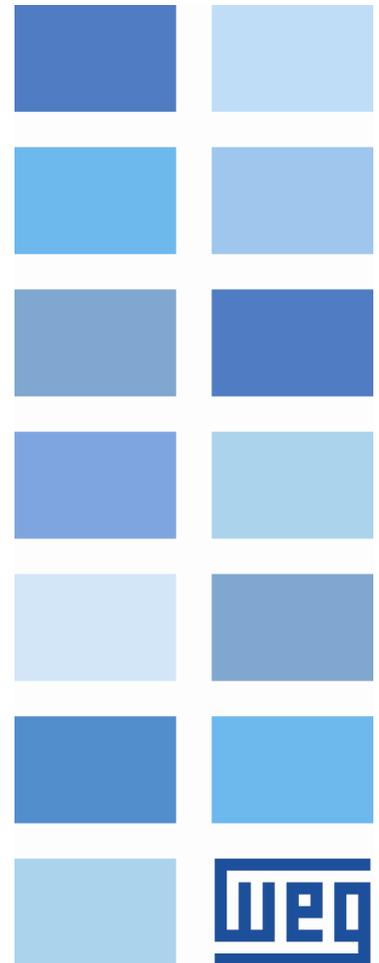


# EtherCAT

SCA06

## Manual do Usuário





# **Manual do Usuário - EtherCAT**

Série: SCA06

Idioma: Português

Nº do Documento: 10002884094 / 01

Build 655

Data de publicação: 11/2017

## SUMÁRIO

<b>SOBRE O MANUAL</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Características do Equipamento em Rede EtherCAT</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Visão Geral sobre EtherCAT</b> .....	<b>8</b>
2.1 Tecnologia EtherCAT .....	8
2.2 Device Profiles .....	8
<b>3 Descrição da Interface</b> .....	<b>9</b>
3.1 Acessório para Interface EtherCAT .....	9
3.2 Conectores .....	9
3.3 LEDs de Indicação .....	10
<b>4 Instalação em Rede</b> .....	<b>11</b>
4.1 Cabo .....	11
4.2 Topologia da Rede .....	11
4.3 Recomendações para Aterramento e Passagem do Cabos .....	12
<b>5 Parametrização</b> .....	<b>13</b>
5.1 Símbolos para Descrição das Propriedades .....	13
P0202 – Modo de Operação .....	13
P0662 – Ação para Erro de Comunicação .....	13
P0850 – Revisão de Firmware do Acessório EtherCAT .....	14
P0851 – Estado do Acessório EtherCAT .....	14
P0852 – Estado do Link EtherCAT .....	15
P0853 – Estado do Escravo EtherCAT .....	15
P0855 – TxPDO Configurado .....	16
P0856 – Número de Bytes Configurados no TxPDO .....	16
P0857 – RxPDO Configurado .....	16
P0858 – Número de Bytes Configurados no RxPDO .....	17
P0859 – Intervalo entre Atualização de Dados .....	17
<b>6 Operação em Rede</b> .....	<b>18</b>
6.1 Arquitetura da Comunicação EtherCAT .....	18
6.2 Máquina de Estados EtherCAT .....	18
6.3 Sync Managers .....	19
6.4 Modos de sincronismo .....	20
6.5 Dados de Processo - PDO .....	20
6.5.1 Mapeamento dos PDOs .....	20
6.5.2 Seleção do PDO .....	21
6.6 Mailbox .....	21
6.7 EtherCAT Slave Information .....	22
<b>7 Dicionário de Objetos</b> .....	<b>23</b>
7.1 Manufacturer Specific - Objetos Específicos do Fabricante .....	23
7.1.1 Objeto 3000h – Entradas digitais .....	24
7.1.2 Objeto 3001h – Saídas digitais .....	24
7.2 Device Profile - Objetos Comuns para Drives .....	24
<b>8 CiA 402 Drive Profile</b> .....	<b>25</b>

<b>8.1</b>	<b>Device Control</b>	<b>25</b>
8.1.1	Objeto 6040h – Controlword	27
8.1.2	Objeto 6041h – Statusword	28
8.1.3	Objeto 6060h – Modes of Operation	28
8.1.4	Objeto 6061h – Modes of Operation Display	29
8.1.5	Objeto 6502h – Supported drives modes	29
<b>8.2</b>	<b>Factor Group</b>	<b>29</b>
8.2.1	Objeto 608Fh – Position Encoder Resolution	29
8.2.2	Objeto 6091h – Gear Ratio	30
8.2.3	Objeto 6092h – Feed constant	30
<b>8.3</b>	<b>Position Control Function</b>	<b>30</b>
8.3.1	Objeto 6063h – Position internal actual value	31
8.3.2	Objeto 6064h – Position Actual Value	31
<b>8.4</b>	<b>Profile Position Mode</b>	<b>31</b>
8.4.1	Bits de Controle e Estado	34
8.4.2	Objeto 607Ah – Target Position	34
8.4.3	Objeto 6081h – Profile Velocity	35
8.4.4	Objeto 6083h – Profile Acceleration	35
8.4.5	Objeto 6084h – Profile Deceleration	35
8.4.6	Objeto 6086h – Motion Profile Type	35
<b>8.5</b>	<b>Profile Velocity Mode</b>	<b>36</b>
8.5.1	Bits de Controle e Estado	36
8.5.2	Objeto 6069h – Velocity Sensor Actual Value	36
8.5.3	Objeto 606Bh – Velocity Demand Value	37
8.5.4	Objeto 606Ch – Velocity Actual Value	37
8.5.5	Objeto 60FFh – Target Velocity	37
<b>8.6</b>	<b>Profile Torque Mode</b>	<b>37</b>
8.6.1	Bits de Controle e Estado	37
8.6.2	Objeto 6071h – Target Torque	38
8.6.3	Objeto 6077h – Torque Actual Value	38
8.6.4	Objeto 6087h – Torque Slope	38
8.6.5	Objeto 6088h – Torque Profile Type	38
<b>8.7</b>	<b>Cyclic Synchronous position mode</b>	<b>39</b>
8.7.1	Bits de Controle e Estado	39
8.7.2	Objeto 60B1h – Velocity Offset	39
8.7.3	Objeto 60C2h – Interpolation time period	39
8.7.4	Configuração do modo	40
<b>8.8</b>	<b>Cyclic Synchronous velocity mode</b>	<b>40</b>
8.8.1	Bits de Controle e Estado	40
8.8.2	Objeto 60B1h – Velocity Offset	41
8.8.3	Objeto 60C2h – Interpolation time period	41
8.8.4	Configuração do modo	41
<b>9</b>	<b>Colocação em Operação</b>	<b>42</b>
9.1	Instalação do Módulo EtherCAT	42
9.2	Configuração do Equipamento	42
9.3	Configuração do Mestre	42
9.4	Estado da Comunicação	43

---

9.5	Operação Utilizando Dados de Processo .....	43
<b>10</b>	<b>Falhas e Alarmes .....</b>	<b>44</b>
	F0045/A0145 - Erro de acesso à interface EtherCAT .....	44
	F0046/A0146 - EtherCAT Offline .....	44

## **SOBRE O MANUAL**

Este manual fornece a descrição necessária para a operação do servoconversor SCA06 utilizando o protocolo EtherCAT. Este manual deve ser utilizado em conjunto com o manual do usuário e manual de programação do SCA06.

## 1 CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTO EM REDE ETHERCAT

A seguir são listadas as principais características do acessório para comunicação EtherCAT do servoconversor SCA06.

- Permite ao equipamento operar como escravo da comunicação EtherCAT.
- Possui duas portas Ethernet, possibilitando a ligação de vários equipamentos em sequência ou em anel.
- Utiliza o protocolo CoE (*CANopen over EtherCAT*) na camada de aplicação.
- Disponibiliza os objetos definidos pela especificação CiA 402 - *Device Profile Drives and Motion Control*.
- É fornecido juntamente com um arquivo em XML para configuração do mestre da rede.

## 2 VISÃO GERAL SOBRE ETHERCAT

A seguir são apresentadas informações gerais sobre a tecnologia EtherCAT.

### 2.1 TECNOLOGIA ETHERCAT

EtherCAT (**E**thernet for **C**ontrol **A**utomation **T**echnology) é uma tecnologia para comunicação de tempo real baseada em Ethernet, introduzida inicialmente em 2003 pela Beckhoff. Em 2007, ela foi integrada à norma IEC 61158. O *EtherCAT Technology Group* (ETG) promove a tecnologia EtherCAT e é responsável por seu desenvolvimento contínuo.

A tecnologia de comunicação EtherCAT é baseada no meio físico Ethernet 100BASE-TX. O barramento EtherCAT é composto por um mestre e até 65535 escravos, conectados com cabo padrão Ethernet.

Para melhorar o desempenho da rede, em vez de enviar um telegrama Ethernet por vez para cada nó, a rede EtherCAT funciona de forma diferente, utilizando processamento "on the fly" por hardware. O telegrama, que contém dados de diversos escravos, é enviado pelo mestre para o primeiro escravo na rede. O escravo processa o telegrama Ethernet diretamente, extraíndo e/ou inserindo os dados relevantes para ele, e transferindo o telegrama para o próximo escravo EtherCAT, sem a necessidade de esperar todo o telegrama ser recebido. O último escravo do barramento retorna o telegrama já processado para o mestre, contendo os dados enviados por cada escravo, fazendo uso da comunicação Ethernet full duplex. Este sistema faz com que a atualização de dados entre mestre e escravos seja feita de maneira rápida e determinística, adequada para aplicações como controle de máquinas.

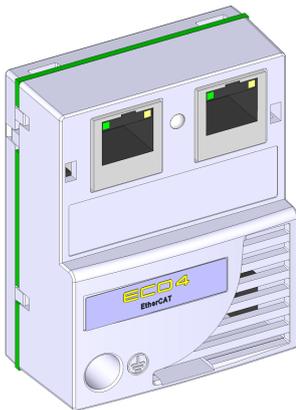
### 2.2 DEVICE PROFILES

A comunicação EtherCAT permite que diferentes protocolos sejam utilizados na camada de aplicação. Para o servo-conversor SCA06, é disponibilizado o perfil CANopen over EtherCAT (CoE), onde o protocolo CANopen é utilizado via EtherCAT. Diferentes objetos de comunicação utilizados para CANopen também são utilizados para EtherCAT, como Service Data Objects (SDO), Process Data Objects (PDO) e a estrutura do dicionário de objetos para gerenciamento dos parâmetros.

### 3 DESCRIÇÃO DA INTERFACE

O servoconversor SCA06 utiliza o acessório ECO4 para disponibilizar uma interface EtherCAT operando como escravo no produto.

#### 3.1 ACESSÓRIO PARA INTERFACE ETHERCAT



- Itens fornecidos no conjunto:
  - Bula de instalação.
  - Módulo de interface EtherCAT.
- Possui switch incorporado para ligação em cadeia.



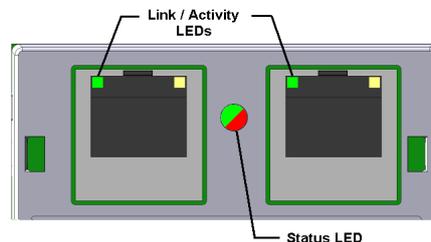
**NOTA!**

O acessório ECO4 somente pode ser instalado no Slot 2.

#### 3.2 CONECTORES

Dois conectores RJ45 estão disponíveis para ligação com a rede:

- XC1 (IN): utilizado para conexão com o segmento que vem do lado do mestre.
- XC2 (OUT): utilizado para conexão com o segmento que leva aos demais escravos (ou desconectado, caso seja o último elemento da rede).



*Figura 3.1: Conectores e LEDs do acessório EtherCAT*

A pinagem dos conectores segue o padrão Fast Ethernet 100BASE-TX, utilizando dois pares de cabos (ligação padrão, não cruzada) para transmissão e recepção de dados.

O acessório EtherCAT faz a conexão com o terra de proteção através do parafuso de fixação do acessório. As carcaças dos conectores Ethernet - que normalmente se conectam à blindagem do cabo - possuem ligação entre si, e um circuito RC faz a ligação destas carcaças ao terra de proteção.

### 3.3 LEDS DE INDICAÇÃO

O acessório EtherCAT possui um LED de indicação em cada porta Ethernet, além de um LED bicolor de diagnóstico (Status). Estes LEDs possuem as seguintes funções e indicações:

**Tabela 3.1:** LEDs de indicação EtherCAT

LED	Cor	Função
Link/Activity (IN/OUT)	Verde	LED de indicação de Link e Atividade, um para cada porta Ethernet.
Status	Bicolor (Verde/Vermelho)	Estado do módulo, reflete o estado do escravo EtherCAT.

**Tabela 3.2:** LED Link/Activity

Estado	Descrição
Apagado	Sem link ou equipamento desligado.
Verde sólido	Com link, sem atividade.
Verde piscando	Com link e com atividade.

**Tabela 3.3:** LED Status

Cor	Estado	Descrição
Verde	Apagado	INIT (ou desligado)
	Alternando aceso/apagado	PRE-OPERATIONAL.
	1 piscada e 1 intervalo	SAFE-OPERATIONAL.
	sólido	OPERATIONAL.
Vermelho	Apagado	Sem erro (ou desligado)
	Alternando aceso/apagado	Erro de inicialização da interface.
	1 piscada e 1 intervalo	Erro de comunicação, escravo saiu do estado operacional.

## 4 INSTALAÇÃO EM REDE

A seguir são apresentadas recomendações relacionadas à instalação do equipamento em rede EtherCAT. Detalhes sobre as características dos componentes utilizados para instalação podem ser obtidos juntamente ao ETG.

### 4.1 CABO

Características recomendadas para o cabo utilizado na instalação:

- Cabo padrão Ethernet, 100Base-TX (FastEthernet), CAT 5e.
- Utilizar cabo blindado.
- Comprimento máximo para conexão entre equipamentos: 100 m.

### 4.2 TOPOLOGIA DA REDE

Para a ligação do servoconversor SCA06 em rede EtherCAT, é necessário observar o conector Ethernet utilizado para fazer a ligação.

- A rede sempre inicia pelo mestre EtherCAT.
- O conector X1 (IN) deve ser ligado sempre no segmento da rede que leva ao mestre EtherCAT.
- O conector X2 (OUT) deve ser ligado sempre no segmento da rede que leva aos demais escravos EtherCAT.
- Se houver ligação em anel para redundância, o conector X2 (OUT) do último escravo pode ser conectado à segunda porta do mestre EtherCAT, caso contrário deve ficar desconectado.

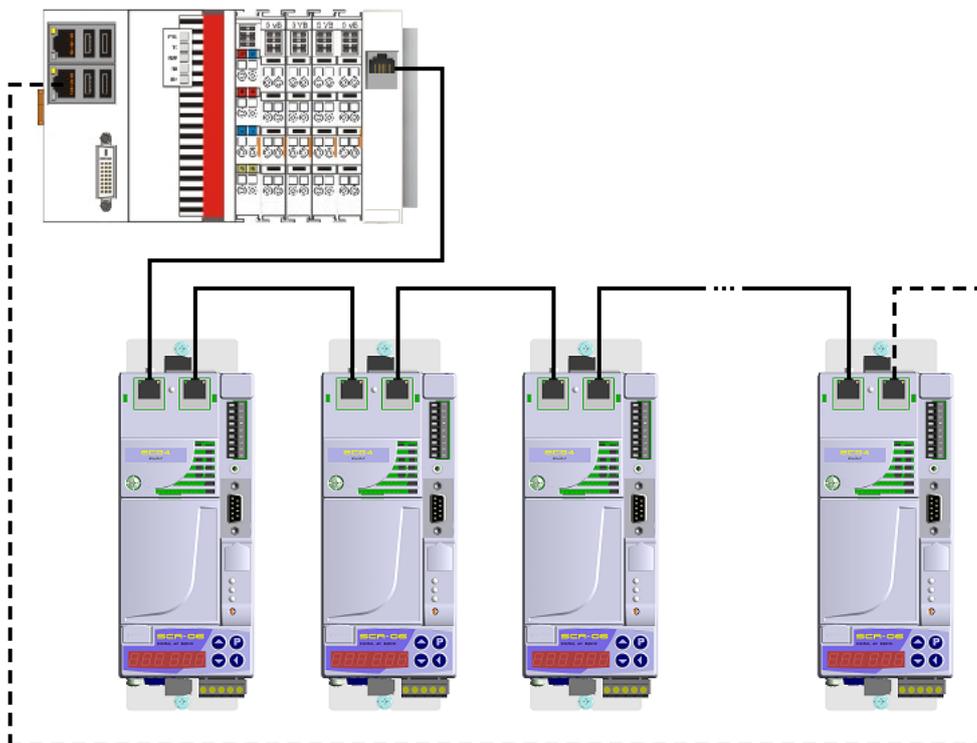


Figura 4.1: Topologia da rede EtherCAT

### 4.3 RECOMENDAÇÕES PARA ATERRAMENTO E PASSAGEM DO CABOS

A conexão correta com o terra diminui problemas causados por interferência em um ambiente industrial. A seguir são apresentadas algumas recomendações a respeito do aterramento e passagem de cabos:

- Sempre utilizar cabos Ethernet com blindagem, bem como conectores com invólucro metálico.
- Utilizar grampos de fixação no ponto principal de aterramento, permitindo maior superfície de contato entre a blindagem do cabo e o terra.
- Evitar a conexão do cabo em múltiplos pontos de aterramento, principalmente onde houver terras de diferentes potenciais.
- Passar cabos de sinal e comunicação em vias dedicadas. Evitar a passagem destes cabos próximo aos cabos de potência.

## 5 PARAMETRIZAÇÃO

A seguir serão descritos os parâmetros do servoconversor SCA06 que possuem relação direta com a comunicação EtherCAT.

### 5.1 SÍMBOLOS PARA DESCRIÇÃO DAS PROPRIEDADES

- **RO** Parâmetro somente de leitura
- **RW** Parâmetro de leitura e escrita
- **CFG** Parâmetro somente alterado com o motor parado
- **ECAT** Parâmetro visível através da HMI se o produto possuir interface EtherCAT instalada

#### P0202 – MODO DE OPERAÇÃO

<b>Faixa de</b>	1 = Modo Torque	<b>Padrão:</b> 2
<b>Valores:</b>	2 = Modo Velocidade	
	3 = Reservado	
	4 = Modo Ladder	
	5 = CANopen/DeviceNet/EtherCAT	
	6 = Profibus DP/Ethernet	
<b>Propriedades:</b>	RW	

#### Descrição:

Este parâmetro define o modo de operação do servoconversor SCA06, permitindo programar qual variável deseja-se controlar no motor e a fonte de comandos para execução das funções.

Para que o equipamento seja controlado através da rede EtherCAT, é necessário selecionar a opção para operação via rede EtherCAT neste parâmetro. Caso este modo esteja programado, o tipo de controle, bem como comandos e referências para operação do produto serão dados via rede EtherCAT, utilizando os objetos definidos no dicionário de objetos. Dentre os principais objetos utilizados para controle e monitoração do equipamento, pode-se citar:

- 6040h: ControlWord
- 6041h: StatusWord
- 6060h: Mode of operation
- 6063h: Position actual value
- 607Ah: Target position
- 60FFh: Target velocity
- 6071h: Target Torque

A descrição detalhada destes e demais objetos é feita no item 6. Para detalhes sobre os demais modos de operação, consulte o manual do usuário do servoconversor SCA06.



#### NOTA!

- O controle do equipamento através dos objetos para drives somente é possível selecionando-se a opção desejada neste parâmetro, mas a comunicação EtherCAT pode ser utilizada em qualquer modo de operação.
- A interface CANopen utiliza internamente os mesmos objetos que a interface EtherCAT. Por isto, não é possível controlar o equipamento simultaneamente por ambas as interfaces.

**P0662 – AÇÃO PARA ERRO DE COMUNICAÇÃO**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 = Mostra Alarme 1 = Gera Falha 2 = Executa função STOP 3 = Desabilita drive	<b>Padrão:</b> 0
<b>Propriedades:</b>	RW	

**Descrição:**

Este parâmetro permite selecionar qual a ação deve ser executada pelo equipamento, caso ele seja controlado via rede e um erro de comunicação seja detectado.

*Tabela 5.1: Opções para o parâmetro P0662*

Opção	Descrição
0 = Mostra Alarme	Apenas indica alarme na HMI em caso de erro de comunicação. Se a comunicação for restabelecida, a indicação de alarme é retirada automaticamente.
1 = Causa Falha	No lugar de alarme, um erro de comunicação causa uma falha no equipamento, sendo necessário fazer o reset de falhas para o retorno da sua operação normal.
2 = Executa função STOP	Será feita a indicação de alarme juntamente com a execução do comando STOP. Para que o drive saia desta condição, será necessário realizar o reset de falhas ou desabilitar o drive.
3 = Desabilita drive	Será feita a indicação de alarme juntamente com a execução do comando desabilita.

São considerados erros de comunicação os seguintes eventos:

Comunicação EtherCAT:

- Alarme A145/Falha F45: Erro na interface EtherCAT.
- Alarme A146/Falha F46: Erro de comunicação com mestre EtherCAT.

**P0850 – REVISÃO DE FIRMWARE DO ACESSÓRIO ETHERCAT**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 a 65535	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

O acessório EtherCAT possui um processador responsável por executar as rotinas de comunicação e fazer a troca de dados com o servoconversor SCA06. Este parâmetro identifica a revisão de firmware utilizado neste acessório.

**P0851 – ESTADO DO ACESSÓRIO ETHERCAT**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 = Inativo 1 = Erro de acesso 2 = Erro de watchdog 3 = Offline 4 = Online	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o estado da interface EtherCAT, com relação à troca de dados do mestre com o servoconversor SCA06.

**Tabela 5.2: Indicações do parâmetro P0851**

Indicação	Descrição
0 = Inativo	Interface não instalada ou não reconhecida pelo equipamento.
1 = Erro de acesso	Erro no procedimento de inicialização do módulo EtherCAT.
2 = Erro de watchdog	Falha no mecanismo de watchdog entre o módulo EtherCAT e o equipamento, que verifica se a atualização de dados entre ambos está sendo executada com sucesso.
3 = Offline	Módulo EtherCAT operando corretamente, mas sem troca de dados cíclicos com o mestre da rede.
4 = Online	Módulo EtherCAT operando corretamente, e com troca de dados cíclicos com o mestre da rede.

**P0852 – ESTADO DO LINK ETHERCAT**

<b>Faixa de Valores:</b>	0000h ... FFFFh	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Parâmetro que fornece informações sobre o estado da comunicação para cada porta Ethernet disponível no módulo. Utiliza um campo binário, onde cada bit representa uma informação distinta:

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>Função</b>	Reservado				Porta 2: Comunicação Estabelecida	Porta 2: Loop Ativo	Porta 1: Comunicação Estabelecida	Porta 1: Loop Ativo	Reservado	Reservado	Link 2 OK	Link 1 OK	Reservado			

**Tabela 5.3: Indicações dos bits do parâmetro P0852**

Bit	Valor/Descrição
Bit 0...3	Reservado.
Bit 4 Link 1 OK	<b>0:</b> Porta 1 sem link. <b>1:</b> Porta 1 com link.
Bit 5 Link 2 OK	<b>0:</b> Porta 2 sem link. <b>1:</b> Porta 2 com link.
Bit 6...7	Reservado.
Bit 8 Porta 1: Loop Ativo	<b>0:</b> Sem loop de dados na porta 1. <b>1:</b> Loop de dados na porta 1 ativo, para retorno da resposta para o mestre.
Bit 9 Porta 1: Comunicação Estabelecida	<b>0:</b> Sem comunicação na porta 1. <b>1:</b> Com comunicação de dados na porta 1.
Bit 10 Porta 2: Loop Ativo	<b>0:</b> Sem loop de dados na porta 2. <b>1:</b> Loop de dados na porta 2 ativo, para retorno da resposta para o mestre.
Bit 11 Porta 2: Comunicação Estabelecida	<b>0:</b> Sem comunicação na porta 2. <b>1:</b> Com comunicação de dados na porta 2.
Bit 12...15	Reservado.

**P0853 – ESTADO DO ESCRAVO ETHERCAT**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 = Inativo 1 = Inicialização 2 = Pré-operacional 3 = Reservado 4 = Safe-operational 5 = Reservado 6 = Reservado 7 = Reservado 8 = Operacional	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o estado do escravo, de acordo com a máquina de estados EtherCAT.

*Tabela 5.4: Indicações do parâmetro P0853*

Indicação	Descrição
0 = Inativo	Interface inativa.
1 = Inicialização	Escravo EtherCAT no estado de inicialização, aguardando configurações e comandos do mestre para permitir troca de dados via mailbox.
2 = Pré-operacional	Inicialização feita com sucesso, aguardando comandos do mestre para configurar a comunicação e iniciar troca de dados cíclica.
4 = Safe-operational	Mestre executa leitura cíclica dos dados do escravo, sem atualização dos dados de escrita.
8 = Operacional	Executa atualização dos dados de leitura e escrita cíclica via rede.

**P0855 – TXPDO CONFIGURADO**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 a 65535	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o índice do PDO de transmissão selecionado para comunicação no equipamento. O equipamento disponibiliza 4 PDOs de transmissão, responsáveis por enviar dados para o mestre, mas somente 1 pode estar ativo para comunicação. Cada TxPDO possui um mapeamento padrão diferente, mas o mestre também pode alterar o mapeamento dos PDOs conforme desejado.

**P0856 – NÚMERO DE BYTES CONFIGURADOS NO TXPDO**

<b>Faixa de Valores:</b>	1 a 32	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o tamanho dos dados, em bytes, transmitidos para o mestre via o TxPDO. O número de bytes é formado somando-se o tamanho de cada objeto mapeado no TxPDO, e é atualizado somente quando o mestre inicia a comunicação dos dados cíclicos com o equipamento.

**P0857 – RXPDO CONFIGURADO**

<b>Faixa de Valores:</b>	0 a 65535	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o índice do PDO de recepção selecionado para comunicação no equipamento. O equipamento disponibiliza 4 PDOs de recepção, responsáveis por receber dados do mestre, mas somente 1 pode estar ativo para comunicação. Cada RxPDO possui um mapeamento padrão diferente, mas o mestre também pode alterar o mapeamento dos PDOs conforme desejado.

**P0858 – NÚMERO DE BYTES CONFIGURADOS NO RXPDO**

<b>Faixa de Valores:</b>	1 a 32	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

Indica o tamanho dos dados, em bytes, recebidos do mestre via o RxPDO. O número de bytes é formado somando-se o tamanho de cada objeto mapeado no RxPDO, e é atualizado somente quando o mestre inicia a comunicação dos dados cíclicos com o equipamento.

**P0859 – INTERVALO ENTRE ATUALIZAÇÃO DE DADOS**

<b>Faixa de Valores:</b>	0.0 a 1000.0 ms	<b>Padrão:</b> -
<b>Propriedades:</b>	ro, ecat	

**Descrição:**

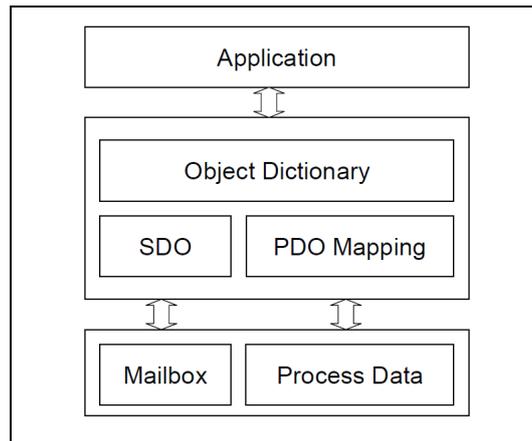
Uma vez no estado operacional, o mestre deve enviar telegramas para atualização dos dados de operação em intervalos regulares. Este parâmetro indica o tempo entre as duas últimas atualizações de dados, permitindo monitorar o período para execução desta função.

## 6 OPERAÇÃO EM REDE

A seguir são apresentadas características sobre a operação do equipamento em rede EtherCAT.

### 6.1 ARQUITETURA DA COMUNICAÇÃO ETHERCAT

A figura a seguir apresenta a arquitetura utilizada pelo servoconversor SCA06 para a troca de dados pela rede.



*Figura 6.1: Arquitetura de comunicação EtherCAT*

O protocolo da camada de aplicação utilizado pelo EtherCAT é baseado no protocolo CANopen DS301, e é chamado de CANopen over EtherCAT (CoE). Dentre as principais estruturas utilizadas na comunicação, pode-se destacar:

#### Dicionário de Objetos

Toda a troca de dados é feita com base no dicionário de objetos, que representa uma lista com os dados disponíveis para configuração da comunicação e operação do equipamento.

#### PDOs

Os PDOs são utilizados para definir e transmitir os dados de processo, ou dados cíclicos, comunicados entre mestre e escravo para controle e monitoração do equipamento.

#### SDO

O equipamento possui um servidor SDO que permite a troca de dados acíclicos, para configuração da comunicação e parametrização. Os dados trocados via SDO utilizam a estrutura do mailbox para envio de comandos e recepção de resposta pelo mestre da rede.

### 6.2 MÁQUINA DE ESTADOS ETHERCAT

Todo escravo da rede EtherCAT possui uma máquina de estados responsável por definir as atividades a serem executadas entre mestre e escravo. Após a energização, o escravo vai para o estado de inicialização, e demais transições de estado ocorrem normalmente por requisição do mestre da rede.



## 6.4 MODOS DE SINCRONISMO

A atualização dos dados pode ser feita utilizando dois mecanismos de sincronização:

- SM-Synchronous: a atualização é baseada nos Sync Managers 2 e 3. Quando um telegrama é recebido pela interface para atualização dos dados, neste instante é executada a rotina para atualização interna dos dados no escravo.
- DC-Synchronous: a atualização dos dados é sincronizada, utilizando um mecanismo de relógios distribuídos.



### NOTA!

O menor ciclo permitido pelo servoconversor SCA06 para atualização dos dados pela rede é de 1ms.

## 6.5 DADOS DE PROCESSO - PDO

Os dados de processo (dados cíclicos), utilizados para controle e monitoração do equipamento durante a operação, são transmitidos e recebidos pelo escravo utilizando PDOs. Existem dois tipos de PDOs:

- PDO de recepção - RxPDO: recebem dados do mestre, como comandos e referências. São disponibilizados 4 RxPDOs, cada um com um mapeamento padrão, mas somente 1 RxPDO pode ser habilitado por vez.
- PDO de transmissão - TxPDO: transmitem dados para o mestre, como estados e variáveis de processo. São disponibilizados 4 TxPDOs, cada um com um mapeamento padrão, mas somente 1 TxPDO pode ser habilitado por vez.

### 6.5.1 Mapeamento dos PDOs

O mapeamento dos PDOs define o conteúdo transmitido por cada PDO, baseado no dicionário de objetos do escravo. Cada PDO pode possuir até 8 objetos mapeados. Este mapeamento é feito utilizando os objetos 1600h até 1603h para os RxPDOs, e 1A00h até 1A03h para os TxPDOs.

*Tabela 6.2: Mapeamento padrão dos RxPDOs*

RxPDO	Objetos Mapeados	Descrição dos Objetos	Tamanho	Total
RxPDO 1 (Objeto 1600h)	6040h	Control Word	16 bits	13 Bytes
	607Ah	Target Position	32 bits	
	60FFh	Target velocity	32 bits	
	6071h	Target torque	16 bits	
	6060h	Modes of operation	8 bits	
RxPDO 2 (Objeto 1601h)	6040h	Control Word	16 bits	6 Bytes
	607Ah	Target Position	32 bits	
RxPDO 3 (Objeto 1602h)	6040h	Control Word	16 bits	6 Bytes
	60FFh	Target velocity	32 bits	
RxPDO 4 (Objeto 1603h)	6040h	Control Word	16 bits	4 Bytes
	6071h	Target torque	16 bits	

**Tabela 6.3:** Mapeamento padrão dos TxPDOs

TxPDO	Objetos Mapeados	Descrição dos Objetos	Tamanho	Total
TxPDO 1 (Objeto 1A00h)	6041h	Status Word	16 bits	13 Bytes
	6064h	Position actual value in user units	32 bits	
	606Ch	Velocity actual value	32 bits	
	6077h	Torque actual value	16 bits	
	6061h	Modes of operation display	8 bits	
TxPDO 2 (Objeto 1A01h)	6041h	Status Word	16 bits	6 Bytes
	6064h	Position actual value in user units	32 bits	
TxPDO 3 (Objeto 1A02h)	6041h	Status Word	16 bits	6 Bytes
	606Ch	Velocity actual value	32 bits	
TxPDO 4 (Objeto 1A03h)	6041h	Status Word	16 bits	4 Bytes
	6077h	Torque actual value	16 bits	

### 6.5.2 Seleção do PDO

Além do mapeamento, os PDOs precisam ser associados a um Sync Manager para realizar a transferência de dados durante a operação. Isto é feito através dos seguintes objetos:

- 1C12h - RxPDO assign: programa qual o RxPDO associado ao Sync Manager 2, para recepção de dados de processo. Deve-se escrever o número do objeto de mapeamento do RxPDO (1600h ... 1603h) para relacionar o Sync Manager ao PDO.
- 1C13h - TxPDO assign: programa qual o TxPDO associado ao Sync Manager 3, para transmissão de dados de processo. Deve-se escrever o número do objeto de mapeamento do TxPDO (1A00h ... 1A03h) para relacionar o Sync Manager ao PDO.


**NOTA!**

Tanto o mapeamento quanto a seleção dos PDOs somente pode ser realizada durante o estado pré-operacional, antes de iniciar a troca de dados de processo.

## 6.6 MAILBOX

Além dos PDOs, responsáveis pela transmissão e recepção dos dados cíclicos, a comunicação EtherCAT também permite a troca de dados via mailbox, utilizados tipicamente para troca de dados acíclica entre mestre e escravo.

Diferentes conjuntos de dados podem ser transmitidos via mailbox. O servoconversor SCA06 permite a troca de dados utilizando um servidor SDO, que responde às requisições do mestre EtherCAT conforme especificado pelo protocolo EtherCAT.

Os seguintes serviços estão disponíveis via mailbox:

**Tabela 6.4:** Serviços disponíveis via mailbox

Nome	Descrição
SDO Download Normal	Escreve valor em um objeto do dicionário.
SDO Upload Normal	Lê valor em um objeto do dicionário.
Abort SDO Transfer	Aborta execução do serviço em caso de falha/dados inválidos.
Get Object Dictionary List	Realiza a leitura da lista de objetos disponíveis.
Get Object Description	Lê informações sobre um objeto (índice).
Get Entry Description	Lê informações sobre um objeto (sub-índice).

## 6.7 ETHERCAT SLAVE INFORMATION

Todo escravo EtherCAT possui um arquivo de configuração, no formato XML, contendo informações sobre os objetos, serviços e configurações do escravo. Este arquivo, denominado EtherCAT Slave Information (ESI) é fornecido no CD que acompanha o produto.

Informações como a lista de objetos para comunicação, configuração de FMMUs e Sync Managers, mapeamento padrão dos PDOs, estão todas presentes neste arquivo.

**NOTA!**

É importante observar se o arquivo de configuração XML é compatível com a versão de firmware do servoconversor SCA06.

## 7 DICIONÁRIO DE OBJETOS

O dicionário de objetos é uma lista com os diversos dados do equipamento que são acessíveis através da rede EtherCAT. Um objeto desta lista é identificado através de um índice de 16 bits, e é baseado nesta lista que toda a troca de dados entre os dispositivos é efetuada. Qualquer objeto desta lista pode ser acessado via SDO, e os objetos relacionados com o controle, operação e monitoração do equipamento podem ser mapeados para comunicação cíclica via PDOs.

Os objetos são divididos em grupos com diferentes funções. Os principais grupos são:

**Tabela 7.1:** Grupos do dicionário de objetos

Índices	Objetos	Descrição
1000h – 1FFFh	Objetos de comunicação	São objetos comuns a todos os dispositivos. Contém informações gerais sobre o equipamento e também dados para a configuração da comunicação.
2000h – 5FFFh	Objetos específicos do fabricante	Nesta faixa, cada fabricante é livre para definir quais dados estes objetos representarão.
6000h – 9FFFh	Objetos padronizados para dispositivos	Esta faixa é reservada para objetos que descrevem o comportamento de equipamentos similares, independente do fabricante.

Demais índices são reservados.



**NOTA!**

O arquivo de configuração em XML traz a lista completa de objetos presentes no equipamento, bem como suas propriedades com relação a tipo, valores padrão e mapeamento em PDOs.

### 7.1 MANUFACTURER SPECIFIC - OBJETOS ESPECÍFICOS DO FABRICANTE

Nos índices de 2000h até 5FFFh, cada fabricante é livre para definir quais objetos estarão presentes, o tipo e a função de cada objeto. Para o servoconversor SCA06, nesta faixa de objetos foram disponibilizados os parâmetros do equipamento. Através destes parâmetros é possível operar o equipamento, executando qualquer função que o drive possa realizar. Os parâmetros foram disponibilizados a partir do índice 2000h, e com o número do parâmetro somado a este índice para obter sua posição no dicionário. A tabela a seguir ilustra como estão distribuídos os parâmetros no dicionário de objetos.

**Tabela 7.2:** Lista de objetos – Manufacturer Specific

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
2000h	0	P0000 – Parâmetro de acesso	INT16	rw	Não
2002h	0	P0002 – Velocidade do motor	INT16	ro	Sim
2003h	0	P0003 – Corrente do motor	INT16	ro	Sim
2004h	0	P0004 – Tensão CC	INT16	ro	Sim
⋮					
2077h	0	P0119 – Referência de Corrente	INT16	rw	Sim
2079h	0	P0121 – Referência de Velocidade	INT16	rw	Sim
⋮					

É necessário conhecer a operação do drive através dos parâmetros para poder programar corretamente sua operação via rede EtherCAT.

Além dos parâmetros, o servoconversor SCA06 apresenta os seguintes objetos:

- 3000h – entradas digitais.
- 3001h – saídas digitais.

### 7.1.1 Objeto 3000h – Entradas digitais

Permite acesso ao estado das entradas digitais do servoconversor SCA06. O sub-índice é utilizado para identificar qual o conjunto de entradas desejado (produto padrão ou expansões), e cada bit do sub-índice representa uma entrada digital.

*Tabela 7.3: Objeto 3000h - Entradas Digitais*

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping	Valor
3000h	0	Number Of Entries	UINT16	RO	Não	4
	1	Entradas Digitais Padrão	UINT16	RO	Sim	-
	2	Entradas Digitais Slot 1	UINT16	RO	Sim	-
	3	Entradas Digitais Slot 2	UINT16	RO	Sim	-
	4	Entradas Digitais Slot 3	UINT16	RO	Sim	-

### 7.1.2 Objeto 3001h – Saídas digitais

Permite acesso ao comando das saídas digitais do servoconversor SCA06. O sub-índice é utilizado para identificar qual o conjunto de saídas desejado (produto padrão ou expansões), e cada bit do sub-índice representa uma saída digital.

*Tabela 7.4: Objeto 3001h - Saídas Digitais*

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping	Valor
3001h	0	Number Of Entries	UINT16	RO	Não	4
	1	Saídas Digitais Padrão	UINT16	RW	Sim	0
	2	Saídas Digitais Slot 1	UINT16	RW	Sim	0
	3	Saídas Digitais Slot 2	UINT16	RW	Sim	0
	4	Saídas Digitais Slot 3	UINT16	RW	Sim	0

## 7.2 DEVICE PROFILE - OBJETOS COMUNS PARA DRIVES

O servoconversor SCA06 segue o perfil descrito pela CiA DPS 402 – Device Profile Drives and Motion Control. Este documento descreve um conjunto de objetos que devem ser comuns para drives, independente do fabricante. Isto facilita a interoperabilidade entre dispositivos com a mesma função (como servoconversor), pois tanto os dados quanto o comportamento do dispositivo são disponibilizados de uma forma padronizada. Para estes objetos foram reservados os índices de 6000h até 9FFFh.

Para uma descrição detalhada de quais objetos estão disponíveis nesta faixa do dicionário de objetos, consulte o item 8.

## 8 CIA 402 DRIVE PROFILE

Neste item serão descritos os objetos comuns para drives, definidos no documento CiA DSP 402.

A tabela a seguir mostra a lista dos objetos disponíveis para o servoconversor SCA06, divididos de acordo com os diferentes modos de operação do equipamento.

**Tabela 8.1:** Lista de objetos – Drive Profile

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
Device Control					
6040h	0	ControlWord	UINT16	rw	Sim
6041h	0	StatusWord	UINT16	ro	Sim
6060h	0	Modes of operation	INT8	rw	Sim
6061h	0	Modes of operation display	INT8	ro	Sim
6502h	0	Supported drives modes	UINT32	ro	Sim
Factor Group					
608Fh	0	Position encoder resolution	UINT32	rw	Não
6091h	0	Gear ratio	UINT32	rw	Não
6092h	0	Feed constant	UINT32	rw	Não
Position Control Function					
6063h	0	Position actual internal value	INT32	ro	Sim
6064h	0	Position actual value	INT32	ro	Sim
Profile Position Mode					
607Ah	0	Target position	INT32	rw	Sim
6081h	0	Profile velocity	UINT32	rw	Sim
6083h	0	Profile acceleration	UINT32	rw	Sim
6084h	0	Profile deceleration	UINT32	rw	Sim
6086h	0	Motion profile type	INT16	rw	Sim
Profile Velocity Profile					
6069h	0	Velocity sensor actual value	INT32	ro	Sim
606Bh	0	Velocity demand value	INT32	ro	Sim
606Ch	0	Velocity actual value	INT32	ro	Sim
60FFh	0	Target velocity	INT32	rw	Sim
Profile Torque Mode					
6071h	0	Target torque	INT16	rw	Sim
6077h	0	Torque actual value	INT16	ro	Sim
6087h	0	Torque slope	UINT32	rw	Sim
6088h	0	Torque profile type	INT16	rw	Sim
Cyclic Synchronous Position mode/Cyclic Synchronous Velocity Position mode					
60B1h	0	Velocity offset	INT32	rw	Sim
60C2h	0	Interpolation time period	Interpolation time period record	ro	Sim

### 8.1 DEVICE CONTROL

A figura a seguir representa a máquina de estados para controle do drive.

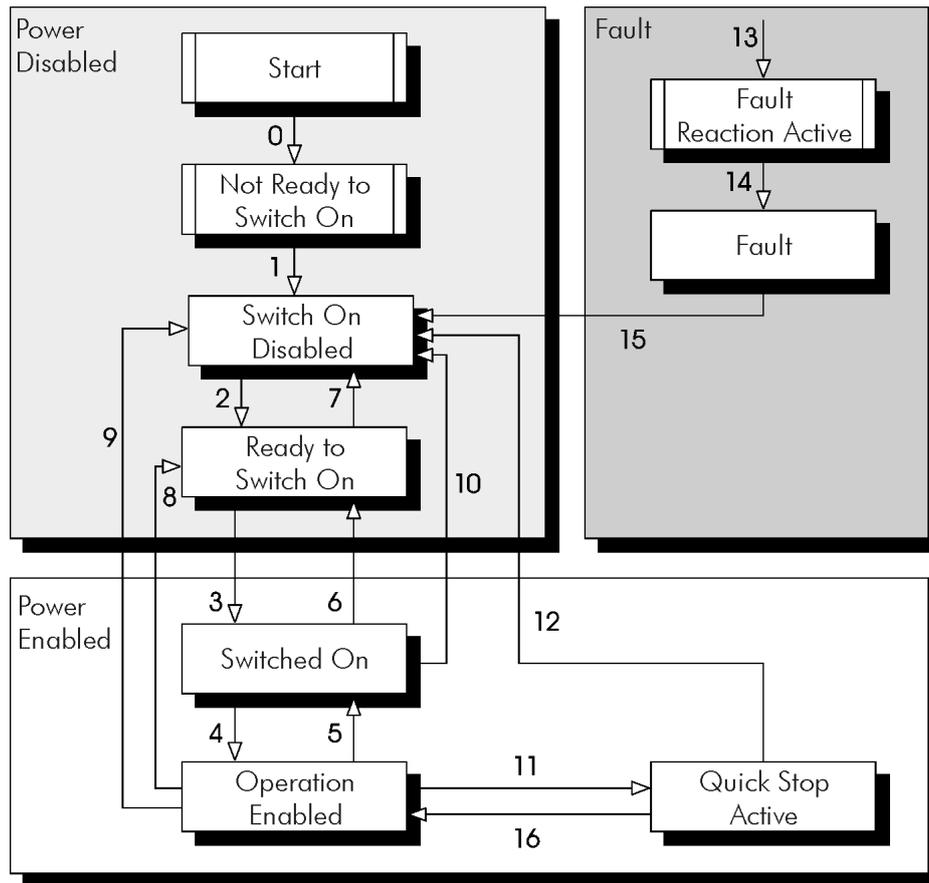


Figura 8.1: Máquina de estado para drives

Descrição dos estados:

- **Not ready to switch on:** o drive está inicializando, não pode ser comandado.
- **Switch on disabled:** inicialização completa, drive pode receber comandos.
- **Ready to switch on:** comando para permitir a alimentação do drive foi recebido.
- **Switched on:** comando para energizar a potência do drive foi recebido.
- **Operation enabled:** o drive está habilitado, sendo controlado de acordo com o modo de operação programado. Potência está sendo aplicada ao motor.
- **Quick stop active:** durante a operação, o comando de quick stop foi recebido. Potência está sendo aplicada ao motor.
- **Fault reaction active:** uma falha ocorreu e o drive está executando a ação relativa ao tipo de erro.
- **Fault:** drive com erro. Função desabilitada, sem potência sendo aplicada no motor.

Descrição das transições:

- ✓ **Transição 0:** O drive é ligado e inicia o procedimento de inicialização.
- ✓ **Transição 1:** Inicialização completa (automático).
- ✓ **Transição 2:** Comando Shutdown recebido. É feita a transição de estados, mas nenhuma ação é tomada pelo drive.
- ✓ **Transição 3:** Comando Switch on recebido. É feita a transição de estados, mas nenhuma ação é tomada pelo drive.
- ✓ **Transição 4:** Comando Enable operation recebido. O drive é habilitado.
- ✓ **Transição 5:** Comando Disable operation recebido. O drive é desabilitado.
- ✓ **Transição 6:** Comando Shutdown recebido. É feita a transição de estados, mas nenhuma ação é tomada pelo drive.

- ✓ **Transição 7:** Comandos Quick stop e Disable voltage recebidos. É feita a transição de estados, mas nenhuma ação é tomada pelo drive.
- ✓ **Transição 8:** Comando Shutdown recebido. Durante a operação do drive este é desabilitado, bloqueando a alimentação para o motor.
- ✓ **Transição 9:** Comando Disable voltage recebido. Durante a operação do drive este é desabilitado, bloqueando a alimentação para o motor.
- ✓ **Transição 10:** Comando Quick stop ou Disable voltage recebido. É feita a transição de estados, mas nenhuma ação é tomada pelo drive.
- ✓ **Transição 11:** Comando Quick stop recebido. Drive executa a função de parada rápida.
- ✓ **Transição 12:** Comando Disable voltage recebido. O drive é desabilitado.
- ✓ **Transição 13:** Erro é detectado e o drive é desabilitado.
- ✓ **Transição 14:** Depois de desabilitar o drive, ele vai para o estado de erro (automático).
- ✓ **Transição 15:** Comando Fault reset recebido. Drive executa o reset do erro e retorna para o estado desabilitado e sem falha.
- ✓ **Transição 16:** Comando Enable operation recebido. Drive executa a função de partida por rampa.

Esta máquina de estado é controlada pelo objeto 6040h, e os estados podem ser monitorados pelo objeto 6041h. Ambos os objetos são descritos a seguir.

### 8.1.1 Objeto 6040h – Controlword

Controla o estado do drive. Os bits deste objeto possuem as seguintes funções:

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Função	Reservado							Halt	Fault reset	Operation mode specific			Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on

Os bits 0, 1, 2, 3 e 7 permitem controlar a máquina de estados do drive. Os comandos para transição de estados são dados através das combinações de bits indicadas na tabela 8.2. Os bits marcados com 'x' são irrelevantes para a execução do comando.

**Tabela 8.2:** Comandos da palavra de controle

Comando	Bits da palavra de controle					Transições
	Fault reset	Enable operation	Quick stop	Enable voltage	Switch on	
Shutdown	0	x	1	1	0	2, 6, 8
Switch on	0	0	1	1	1	3
Disable voltage	0	x	x	0	x	7, 9, 10, 12
Quick stop	0	x	0	1	x	7, 10, 11
Disable operation	0	0	1	1	1	5
Enable operation	0	1	1	1	1	4, 16
Fault reset	0 → 1	x	x	x	x	15

Os bits 4, 5, 6 e 8 possuem diferentes funções de acordo com o modo de operação utilizado.



**NOTA!**

Para que os comandos enviados pela palavra de controle sejam executados pelo servoconversor SCA06, é necessário que o drive seja programado para o modo de operação "CANopen/EtherCAT". Esta programação é feita no parâmetro P0202.

### 8.1.2 Objeto 6041h – Statusword

Indica o estado atual do drive. Os bits deste objeto possuem as seguintes funções:

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Função	Reservado		Operation mode specific		Internal limit active	Target reached	Remote	Reservado	Warning	Switch on disabled	Quick stop	Voltage enabled	Fault	Operation enabled	Switched on	Ready to switch on

Nesta palavra, os bits 0, 1, 2, 3, 5 e 6 indicam o estado do dispositivo de acordo com a máquina de estados descrita na figura 8.1. A tabela 8.3 descreve as combinações destes bits para indicação dos estados. Os bits marcados com 'x' são irrelevantes para a indicação do estado.

**Tabela 8.3:** Estados do drive indicados através da palavra de estado

Valor (binário)	Estado
xxxx xxxx x0xx 0000	Not ready to switch on
xxxx xxxx x1xx 0000	Switch on disabled
xxxx xxxx x01x 0001	Ready to switch on
xxxx xxxx x01x 0011	Switched on
xxxx xxxx x01x 0111	Operation enabled
xxxx xxxx x00x 0111	Quick stop active
xxxx xxxx x0xx 1111	Fault reaction active
xxxx xxxx x0xx 1000	Fault

Demais bits indicam uma condição específica para o drive.

- **Bit 4 – Voltage enabled:** indica que a potência do drive está sendo alimentada.
- **Bit 7 – Warning:** Indica que o servoconversor SCA06 possui algum alarme ativo. Não utilizado pelo SCA06.
- **Bit 9 – Remote:** indica quando o drive está no modo remoto e aceita comandos via rede EtherCAT.
- **Bit 10 – Target reached:** indica quando o drive está operando no valor da referência, que depende do modo de operação utilizado. Também é colocado em 1 quando as funções quick stop ou halt são acionadas.
- **Bit 11 – Internal limit active:** não utilizado para o servoconversor SCA06.
- **Bits 12 e 13 – Operation mode specific:** dependem do modo de operação do drive.

### 8.1.3 Objeto 6060h – Modes of Operation

Permite programar o modo de operação do drive.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6060h	0	Modes of Operation	INT8	rw	Sim

Os valores aceitos por este objeto são descritos na tabela 8.4. Demais valores são reservados.

**Tabela 8.4:** Modos de operação

Valor	Modo de operação
1	Profile Position Mode
3	Profile Velocity Mode
4	Profile Torque Mode
8	Cyclic sync position mode
9	Cyclic sync velocity mode

### 8.1.4 Objeto 6061h – Modes of Operation Display

Indica o modo de operação do drive.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6061h	0	Modes of Operation Display	INT8	ro	Sim

O valor mostrado neste objeto está de acordo com o utilizado no objeto 6060h.

### 8.1.5 Objeto 6502h – Supported drives modes

Indica os modos de operação suportados pelo drive. Cada bit representa um modo de operação, e o valor 1 no bit indica que o modo de operação é suportado.

Bit	31 - 16	15-10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Modo	Manufacturer specific	Reserved	cst	csv	csp	ip	hm	Reserved	tq	pv	vl	pp

The servoconversor SCA06 apresenta 3 modos de operação:

- pp: Profile Position mode.
- pv: Profile Velocity mode.
- tq: Torque mode.
- csv: Cyclic sync velocity mode.
- csp: Cyclic sync position mode.

## 8.2 FACTOR GROUP

Este grupo de objetos permite fazer a conversão de unidades para objetos que representam valores de posição. Estes valores terão sua escala e dimensão definida de acordo com os valores de notação e dimensão programados, conforme descritos a seguir:

### 8.2.1 Objeto 608Fh – Position Encoder Resolution

Este objeto define o incremento do encoder de acordo com a rotação do motor.

Position encoder resolution = encoder increments / motor revolutions

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
608Fh	0	Number Of Entries	UINT8	ro	Não
	1	Encoder increments	UINT32	rw	Não
	2	Motor revolutions	UINT32	rw	Não

**Tabela 8.5:** Valores para o Sub-índice Encoder Increments

Valor	Encoder increments
41h	Graus
42h	Minutos
43h	Segundos
FFh	Unidade interna – 65536 incrementos por volta

O sub-índice 2 (Motor revolutions) aceita somente valor igual a 1.

### 8.2.2 Objeto 6091h – Gear Ratio

Este objeto indica a configuração do número de rotações do eixo do motor e o número de rotações do eixo motriz, ou seja, define a relação de transmissão. A relação de transmissão é definida pela seguinte fórmula:

Gear ratio = motor shaft revolutions / driving shaft revolutions

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6091h	0	Number Of Entries	UINT8	ro	Não
	1	Motor revolutions	UINT32	rw	Não
	2	Shaft revolutions	UINT32	rw	Não

O único valor possível no SCA06 para o sub-índice 1 e sub-índice 2 é 1.

### 8.2.3 Objeto 6092h – Feed constant

Este objeto indica a distância por 1 volta do eixo do motor.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6092h	0	Number Of Entries	UINT8	ro	Não
	1	Feed	UINT32	rw	Não
	2	Shaft revolutions	UINT32	rw	Não

**Tabela 8.6:** Valores para o Sub-índice Feed

Valor	Feed
41h	Graus
42h	Minutos
43h	Segundos
FFh	Unidade interna – 65536 incrementos por volta

O sub-índice 2 (Shaft revolutions) aceita somente valor igual a 1.

## 8.3 POSITION CONTROL FUNCTION

Este grupo de objetos é utilizado para descrever o funcionamento do controlador de posição em malha fechada.

### 8.3.1 Objeto 6063h – Position internal actual value

Representa a posição atual do eixo do motor em incrementos. Uma volta completa representa 65536 incrementos.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6063h	0	Position actual value	INT32	ro	Sim

O valor deste objeto representa sempre a posição de eixo em uma volta apenas. O número de voltas não é controlado por este objeto.

### 8.3.2 Objeto 6064h – Position Actual Value

Representa a posição atual do eixo do motor. O valor deste objeto pode ser transformado de unidades internas para valores definidos pelo usuário, de acordo com o programado nos objetos 608Fh, 6091h e 6092h, conforme tabela 8.7.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6064h	0	Position Actual Value in User Units	INT32	ro	Sim

O valor deste objeto representa sempre a posição de eixo em uma volta apenas. O número de voltas não é controlado por este objeto.

*Tabela 8.7: Programação dos objetos Factor Group*

Objeto	608Fh sub-índice 1	608Fh sub-índice 2	6091h sub-índice 1	6091h sub-índice 2	6092h sub-índice 1	6092h sub-índice 2
Graus	41h	1	1	1	41h	1
Minutos	42h	1	1	1	42h	1
Segundos	43h	1	1	1	43h	1
Unidade interna	FFh	1	1	1	FFh	1

## 8.4 PROFILE POSITION MODE

Este modo de operação permite o controle do servoconversor SCA06 através do ajuste de set-point de posição, que podem ser executados seguindo dois métodos:

- single set-point.
- set of set-points.

Independente do método utilizado, o ajuste de um set-point é realizado da seguinte maneira: primeiramente deve-se escrever no objeto Target Position (607Ah) o set-point desejado. Após deve-se escrever 1 no bit NEW SET POINT no objeto de controle (ControlWord – 6040h). O bit SET-POINT ACKNOWLEDGE no objeto de status (StatusWord – 6041h) será setado indicando que um novo set-point foi recebido. Se o set-point for aceito o bit é resetado. Quando o set-point for alcançado, o bit TRARGET REACHED no objeto de status será setado. A figura 8.2 ilustra um exemplo de escrita de set-point.

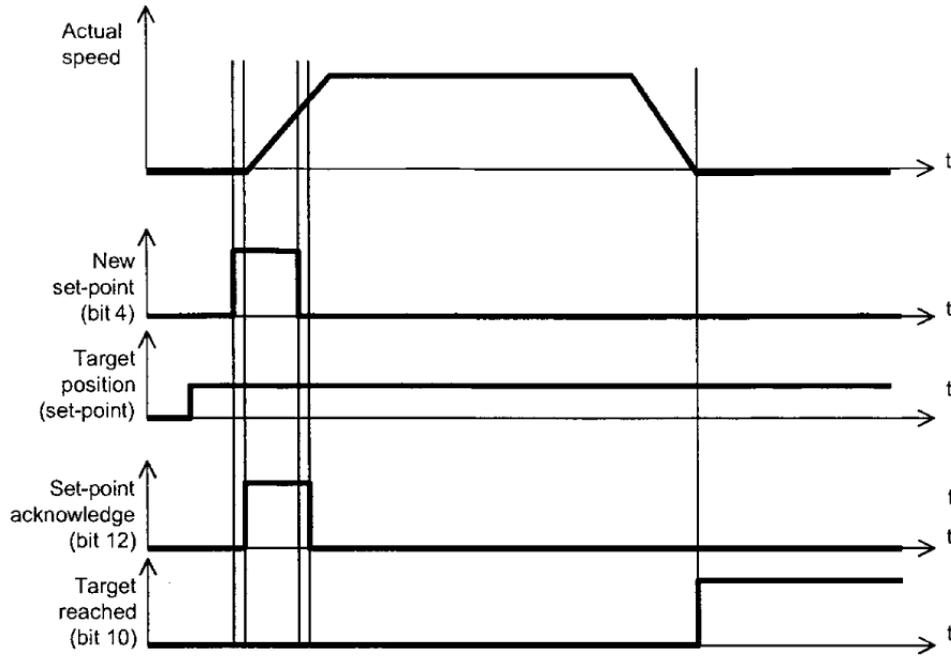


Figura 8.2: Ajuste de set-point de posição (Fonte: IEC 61800-7-201)

### Single set-point

O método set-point único é utilizado quando deseja-se executar um novo set-point imediatamente. A figura 8.3 ilustra o funcionamento do método.

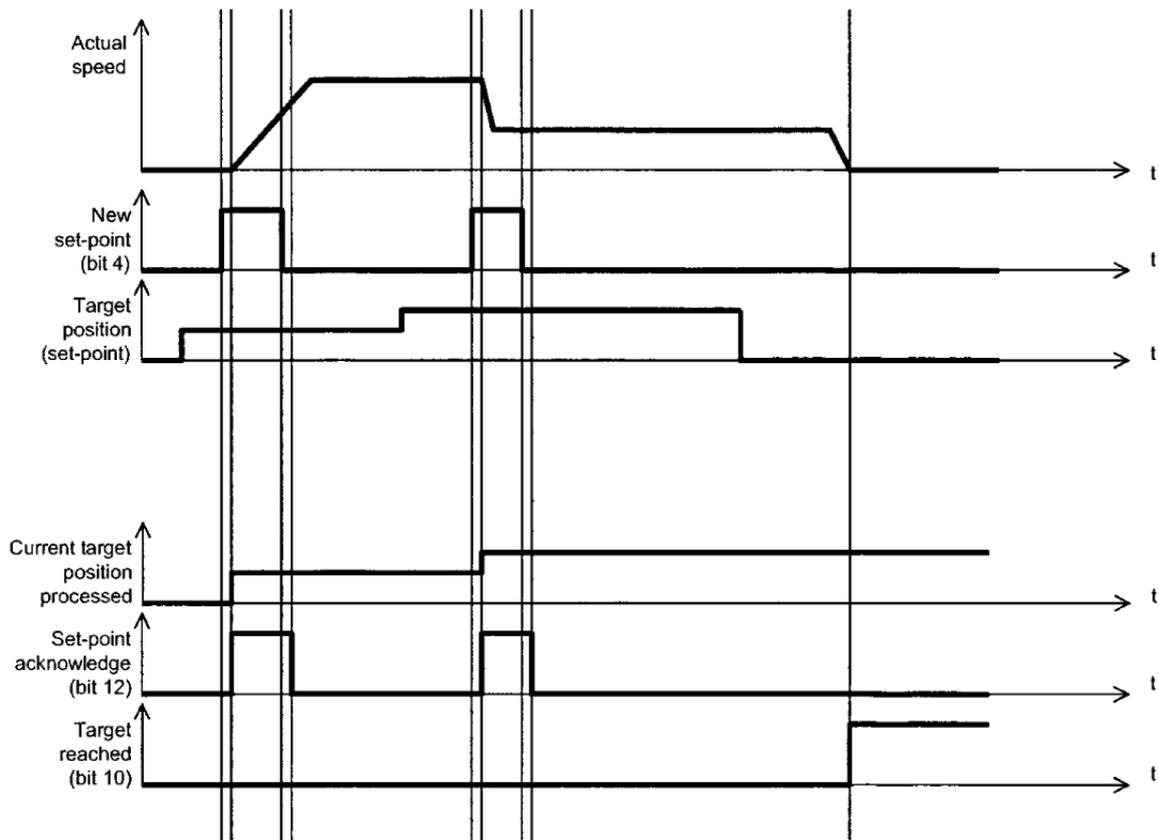


Figura 8.3: Método single set-point (Fonte: IEC 61800-7-201)

### Set of set-point

O método conjunto de set-point é utilizado quando deseja-se executar um novo set-point somente após a finalização

do anterior. A figura 8.4 ilustra o funcionamento do método.

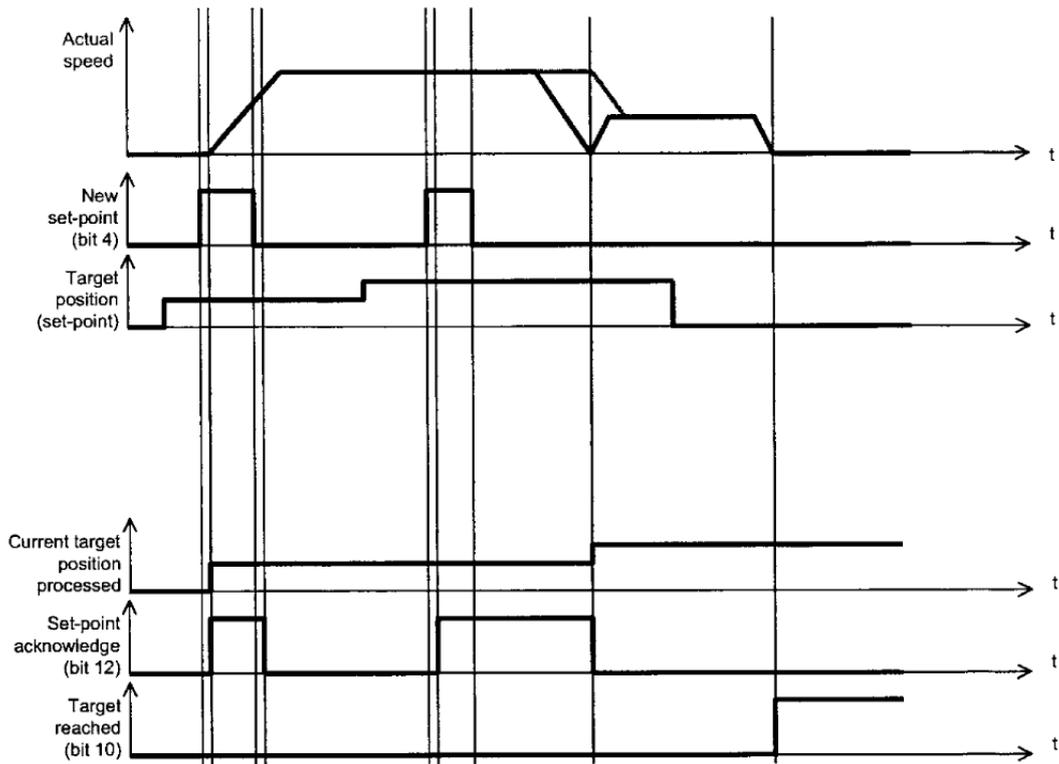


Figura 8.4: Método set of set-point (Fonte: IEC 61800-7-201)

O servoconversor SCA06 pode armazenar dois set-points, o que está em execução e o que será executado, como ilustra a figura 8.5.

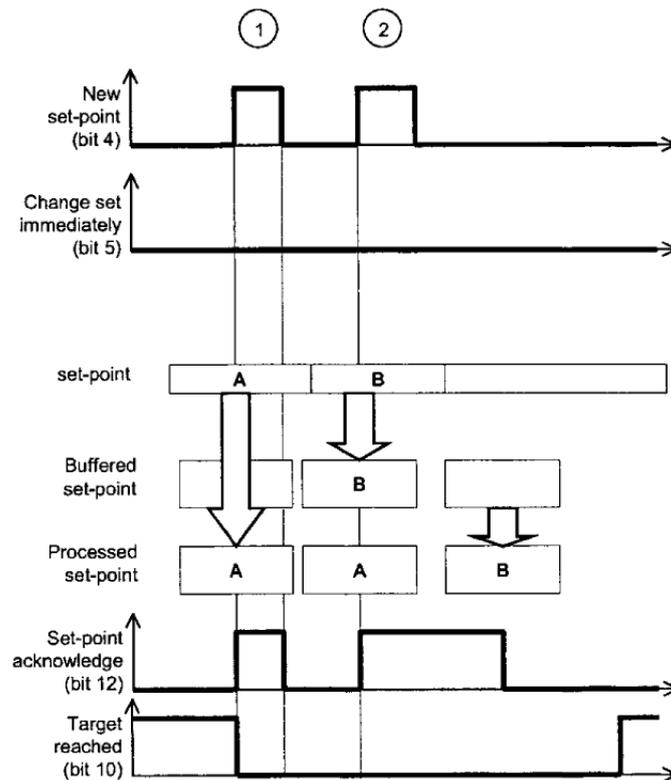


Figura 8.5: Armazenamento de set-point (Fonte: IEC 61800-7-201)

### 8.4.1 Bits de Controle e Estado

O profile mode position utiliza alguns bits dos objetos ControlWord e StatusWord para controlar e monitorar seu funcionamento.

Para o objeto ControlWord (6040h) são utilizados os seguintes bits:

- Bit 4 – New set-point.
- Bit 5 – Change set immediately.
- Bit 6 – absolute/relative.
- Bit 8 – Halt.
- Bit 9 – Change on set-point.

As tabela 8.8 e tabela 8.9 informam a definição dos bits de controle.

*Tabela 8.8: Modo Posicionamento – definição dos bits 4, 5 e 9*

Bit 9	Bit 5	Bit 4	Definição
0	0	0 → 1	Posição deve ser concluída antes de a próxima iniciar.
X	1	0 → 1	Próxima posição deve ser iniciada imediatamente.
1	0	0 → 1	Opção não implementada no SCA06.

*Tabela 8.9: Modo Posicionamento – definição dos bits 6 e 8*

Bit	Valor	Definição
6	0	Referência de posição deve ser um valor absoluto.
	1	Referência de posição deve ser um valor relativo.
8	0	Posicionamento deve ser executado ou continuado.
	1	Eixo deve ser parado conforme objeto 605Dh.

Para o objeto StatusWord (6041h) são utilizados os seguintes bits:

- Bit 10 – Target reached.
- Bit 12 – Set-point acknowledge.
- Bit 13 – Following error.

A tabela 8.10 informa a definição dos bits de status.

*Tabela 8.10: Modo Posicionamento – definição dos bits 10, 12 e 13*

Bit	Valor	Definição
10	0	Referência de posição não alcançada.
	1	Referência de posição alcançada.
12	0	Referência de posição anterior já processada, aguardando nova referência de posição.
	1	Referência de posição anterior em processamento, substituição de referência de posição será aceita.
13	0	Sem erro de Following.
	1	Erro de Following.

### 8.4.2 Objeto 607Ah – Target Position

Permite programar a referência de posição para o servoconversor SCA06 no modo posicionamento. Os 16 bits mais significativos informam o número de voltas e os 16 bits menos significativos informam a fração de volta. A escala

utilizada neste objeto é 65536 para número de voltas e 65536 incrementos para uma volta do eixo. O valor deste objeto deve ser interpretado como absoluto ou relativo, conforme estado do Bit 6 do objeto ControlWord (6040h).

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
607Ah	0	Target Position	INT32	rw	Sim

### 8.4.3 Objeto 6081h – Profile Velocity

Permite programar a velocidade normalmente atingida no final da rampa de aceleração durante um perfil de movimento. O valor a ser programado neste objeto deve estar entre 0 a 9999 rpm.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6081h	0	Profile Velocity	UINT32	rw	Sim

### 8.4.4 Objeto 6083h – Profile Acceleration

Permite programar a rampa de aceleração até que o eixo do motor atinja a velocidade programada. A escala utilizada é a escala ms/krpm e os valores devem estar entre 1 a 32767.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6083h	0	Profile Acceleration	UINT32	rw	Sim

### 8.4.5 Objeto 6084h – Profile Deceleration

Permite programar a rampa de desaceleração até que o eixo do motor atinja a velocidade zero. A escala utilizada neste objeto é a mesma do objeto 6083h.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6084h	0	Profile Deceleration	UINT32	rw	Sim

### 8.4.6 Objeto 6086h – Motion Profile Type

Permite programar o perfil da rampa de aceleração e desaceleração para o drive.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6086h	0	Motion Profile Type	INT16	rw	Sim

**Tabela 8.11:** Valores para o Motion Profile Type

Valor	Perfil
0000h	Rampa linear
FFFFh	Sem rampa

## 8.5 PROFILE VELOCITY MODE

Este modo de operação permite o controle do drive de forma simples, disponibilizando funções do tipo:

- Cálculo do valor de referência.
- Captura e monitoração da velocidade.
- Limitação de velocidade.
- Rampas de velocidade, dentre outras funções.

Estas funções são executadas com base em um conjunto de objetos para configuração deste modo de operação.

### 8.5.1 Bits de Controle e Estado

Os bits 4, 5, 6 e 8 da palavra de controle (objeto 6040h – Controlword) possuem as seguintes funções no modo velocidade:

**Tabela 8.12:** Modo Velocidade – definição dos bits 4, 5, 6 e 8

Bit	Nome	Valor	Definição
4			Reservado
5			Reservado
6			Reservado
8	Halt	0	Executa movimento.
		1	Para eixo.

Para o objeto StatusWord (6041h) são utilizados os seguintes bits:

- Bit 10 – Target reached.
- Bit 12 – Set-point acknowledge.
- Bit 13 – Max slippage error (não implementado).

**Tabela 8.13:** Modo Velocidade – definição dos bits 10, 12 e 13

Bit	Valor	Definição
10	0	Halt = 0 – referência de velocidade não alcançada. Halt = 1 – velocidade diferente de 0 (zero)
	1	Halt = 0 – referência de velocidade alcançada. Halt = 1 – velocidade igual a 0 (zero).
12	0	Velocidade diferente de 0 (zero).
	1	Velocidade igual a 0 (zero).
13	0	Não implementado
	1	

### 8.5.2 Objeto 6069h – Velocity Sensor Actual Value

Permite a leitura do sensor utilizado para medir a velocidade do motor. O servoconversor SCA06 utiliza um resolver como posição (a velocidade angular é obtida derivando este valor no tempo), logo o sensor fornece um valor proporcional à posição angular. O sensor possui resolução de 14 bits, e uma volta completa fornece 16384 valores diferentes de posição.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6069h	0	Velocity Sensor Actual Value	INT32	ro	Sim

### 8.5.3 Objeto 606Bh – Velocity Demand Value

Indica a velocidade fornecida pelo gerador de trajetória do servoconversor, utilizada pelo regulador de velocidade para controle do motor. O valor fornecido por este objeto é dado na escala interna do SCA06 onde, 0x7FFF FFFF → 10.000 rpm.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
606Bh	0	Velocity Demand Value	INT32	ro	Sim

### 8.5.4 Objeto 606Ch – Velocity Actual Value

Indica a velocidade do motor. O valor fornecido por este objeto é dado na escala interna do SCA06, onde 0x7FFF FFFF → 10.000 rpm.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
606Ch	0	Velocity Actual Value	INT32	ro	Sim

### 8.5.5 Objeto 60FFh – Target Velocity

Permite programar a referência de velocidade para o servoconversor SCA06 no modo velocidade. O valor a ser programado neste objeto deve respeitar a escala interna do SCA06 onde 0x7FFF FFFF → 10.000 rpm e 0x8000 0000 → -10.000 rpm.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
60FFh	0	Target Velocity	INT32	rw	Sim

## 8.6 PROFILE TORQUE MODE

Este modo possibilita o controle do drive via uma referência de torque recebida pela rede EtherCAT.

Estas funções são executadas com base em um conjunto de objetos para configuração deste modo de operação.

### 8.6.1 Bits de Controle e Estado

Os bits 4, 5, 6 e 8 da palavra de controle (objeto 6040h – Controlword) possuem as seguintes funções no modo torque:

*Tabela 8.14: Modo Torque – definição dos bits 4, 5, 6 e 8*

Bit	Nome	Valor	Definição
4			Reservado
5			Reservado
6			Reservado
8	Halt	0	Executa movimento.
		1	Para eixo.

Para o objeto StatusWord (6041h) são utilizados os seguintes bits:

- Bit 10 – Target reached.
- Bit 12 – Reservado.
- Bit 13 – Reservado.

*Tabela 8.15: Modo Torque – definição dos bits 10, 12 e 13*

Bit	Valor	Definição
10	0	Referência de torque não alcançada.
	1	Referência de torque alcançada.
12	0	Reservado
	1	
13	0	Reservado
	1	

### 8.6.2 Objeto 6071h – Target Torque

Permite programar a referência de torque para o servoconversor SCA06 no modo torque. A escala utilizada para escrita neste objeto é fornecida em partes por mil do torque nominal do motor.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6071h	0	Target Torque	INT16	rw	Sim

### 8.6.3 Objeto 6077h – Torque Actual Value

Indica o torque atual do motor. O valor é fornecido em parte por mil do torque nominal do motor.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6077h	0	Torque Actual Value	INT16	ro	Sim

### 8.6.4 Objeto 6087h – Torque Slope

Permite programar a taxa de variação do torque no tempo (rampa de torque) para o servoconversor SCA06. A escala utilizada é de partes por mil do torque nominal do motor por segundo.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6087h	0	Torque Slope	INT16	rw	Sim

### 8.6.5 Objeto 6088h – Torque Profile Type

Permite programar o perfil da rampa de torque para o drive.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
6088h	0	Torque Profile Type	INT16	rw	Sim

*Tabela 8.16: Valores para o Torque Profile Type*

Valor	Perfil
0000h	Rampa linear de torque
FFFFh	Sem rampa

## 8.7 CYCLIC SINCHRONOUS POSITION MODE

Neste modo, o drive recebe a referencia de posição do controlador, executa o movimento controlando velocidade e torque. A figura 8.6 ilustra a estrutura deste modo de controle.

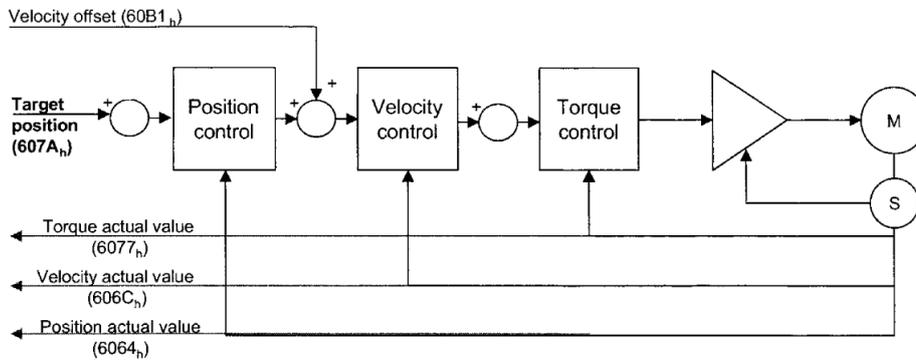


Figura 8.6: diagrama de controle do Cyclic Synchronous position mode

### 8.7.1 Bits de Controle e Estado

Neste modo, a palavra de controle não apresenta nenhum bit dedicado ao modo, sendo utilizada para habilitar e desabilitar o drive. A palavra de status apresenta 3 bits dedicados ao modo. A tabela 8.17 descreve os bits dedicados.

Tabela 8.17: Modo Cyclic Synchronous position mode - definição dos bits 10,12 e13

Bit	Valor	Definição
10	0	Reservado
	1	Reservado
12	0	Referência de posição anterior já processada, aguardando nova referência de posição
	1	Referência de posição anterior em processamento, substituição de referência de posição será aceita
13	0	Sem erro de Following
	1	Erro de Following

### 8.7.2 Objeto 60B1h – Velocity Offset

Fornece o offset para a velocidade. Informa o valor de entrada para o feed forward de velocidade.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
60B1h	0	Velocity Offset	INT32	rw	Sim

### 8.7.3 Objeto 60C2h – Interpolation time period

Configura o tempo de interpolação entre as referências recebidas pelo drive.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
60C2h	0	Número do último sub-índice	2	ro	Não
	1	Interpolation time period value	UINT8	rw	Sim
	2	Interpolation time index	-128 a 63	rw	Sim

### 8.7.4 Configuração do modo

Para que o drive trabalhe no modo Cyclic Sync Position Mode os seguintes objetos devem ser configurados:

- 0x6040 - Controlword
- 0x6060 – Modes of Operation
- 0x60C2 – Interpolation Time Type
- 0x60B1 – Velocity Offset
- 0x6086 – Motion Profile Type
- 0x607A – Target Position;

## 8.8 CYCLIC SINCHRONOUS VELOCITY MODE

Neste modo, o drive recebe a referencia de velocidade do controlador e controla velocidade e torque. A Figura 8.7 ilustra a estrutura deste modo de controle.

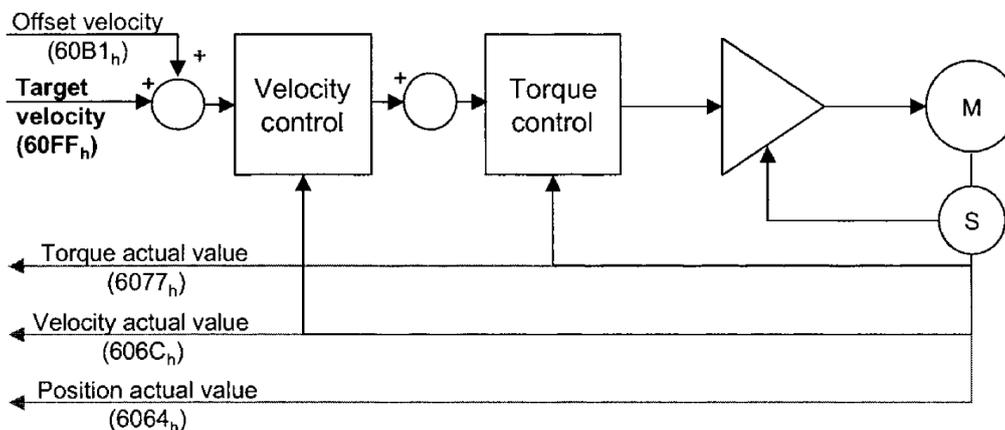


Figura 8.7: diagrama de controle do Cyclic Synchronous velocity mode

### 8.8.1 Bits de Controle e Estado

Neste modo, a palavra de controle não apresenta nenhum bit dedicado ao modo, sendo utilizada para habilitar e desabilitar o drive. A palavra de status apresenta 3 bits dedicados ao modo. A tabela 8.18 descreve os bits dedicados.

**Tabela 8.18:** *Modo Cyclic Synchronous velocity mode - definição dos bits 10,12 e13*

Bit	Valor	Definição
10	0	Reservado
	1	Reservado
12	0	Referência de velocidade ignorada
	1	Referência de velocidade usada como entrada do controle de velocidade
13	0	Reservado
	1	Reservado

### 8.8.2 Objeto 60B1h – Velocity Offset

Fornece o offset para a referencia de velocidade.

Índice	Sub-índice	Nome	Tipo	Acesso	PDO Mapping
60B1h	0	Velocity Offset	INT32	rw	Sim

### 8.8.3 Objeto 60C2h – Interpolation time period

Conforme descrição no item 8.7.3.

### 8.8.4 Configuração do modo

Para que o drive trabalhe no modo Cyclic Sync Velocity Mode os seguintes objetos devem ser configurados:

- 0x6040 - Controlword
- 0x6060 – Modes of Operation
- 0x60C2 – Interpolation Time Type
- 0x60B1 – Velocity Offset
- 0x6086 – Motion Profile Type
- 0x60FF – Target Velocity;

## 9 COLOCAÇÃO EM OPERAÇÃO

A seguir são descritos os principais passos para colocação em funcionamento do servoconversor SCA06 em rede EtherCAT. Os passos descritos representam um exemplo de uso. Consulte os capítulos específicos para detalhes sobre os passos indicados.

### 9.1 INSTALAÇÃO DO MÓDULO ETHERCAT

1. Instale o módulo de comunicação EtherCAT no slot 2 do equipamento, conforme indicado na bula que acompanha o módulo.
2. Conecte os cabos Ethernet ao módulo, considerando os cuidados necessários na instalação da rede, conforme descrito no item 4:
  - Utilize cabo blindado.
  - Aterre adequadamente os equipamentos da rede.
  - Evite a passagem dos cabos de comunicação próximos aos cabos de potência.

### 9.2 CONFIGURAÇÃO DO EQUIPAMENTO

1. Seguir as recomendações descritas no manual do usuário para programar parâmetros de ajuste do equipamento, relativos à parametrização do motor, funções desejadas para os sinais de I/O, etc.
2. Programar o modo de operação desejado para a aplicação no parâmetro P0202 (P0202 = 5, para controle via EtherCAT).
3. Programar a ação desejada para o equipamento em caso de falha na comunicação, através do P0662 (P0662 = 1, para causar falha no equipamento em caso de perda de comunicação com o mestre).
4. Demais configurações, como seleção dos dados para comunicação via EtherCAT, são todos feitos através da ferramenta de configuração do mestre da rede.

### 9.3 CONFIGURAÇÃO DO MESTRE

A forma como é feita a configuração da rede depende muito do mestre utilizado e da ferramenta de configuração. É fundamental conhecer as ferramentas utilizadas para realizar esta atividade. De uma maneira geral, os seguintes passos são necessários para realizar a configuração da rede.

1. Carregue o arquivo de configuração XML, fornecido no CD que acompanha o produto<sup>1</sup>, para a lista de equipamentos na ferramenta de configuração da rede.
2. Selecione o servoconversor SCA06 na lista de equipamentos disponíveis no configurador da rede. Isto pode ser feito manualmente ou de forma automática, se a ferramenta permitir.
3. Programe os PDOs de transmissão e recepção, bem como os dados transmitidos e recebidos por estes PDOs:
  - Existem 4 TxPDOs e 4 RxPDOs, mas somente um de cada pode ser habilitado por vez.
  - TxPDOs estão associados ao Sync Manager 2 (Outputs), enquanto que RxPDOs estão associados ao Sync Manager 3 (Inputs). A seleção de quais PDOs de recepção e transmissão estão ativos é feita através dos objetos 1C12h e 1C13 respectivamente.
  - Cada PDO possui um mapeamento padrão, contendo um conjunto de objetos pré-determinados para comunicação. Este mapeamento padrão normalmente é suficiente para atender a maior parte das aplicações, mas é possível alterar o mapeamento se desejado.

<sup>1</sup>É importante observar se o arquivo de configuração XML é compatível com a versão de firmware do servoconversor SCA06.

4. É necessário definir também o período de atualização dos dados. O valor mínimo suportado pelo equipamento é 200 us.
5. O equipamento permite que o mestre utilize dois modos de interrupção para atualização dos dados:
  - Sem utilização de sincronismo (SM-Synchron): a cada telegrama EtherCAT recebido, uma interrupção é gerada para atualização dos dados de processo.
  - Interrupção sincronizada na rede (DC-Synchron): o equipamento também permite utilizar um mecanismo de relógio distribuído, onde os dados são atualizados simultaneamente pelos equipamentos em períodos regulares, e estes relógios são sincronizados pela rede EtherCAT.

## 9.4 ESTADO DA COMUNICAÇÃO

Uma vez que a rede esteja montada e o mestre programado, é possível utilizar os parâmetros do equipamento para identificar alguns estados relacionados com a comunicação. O mestre da rede também deve fornecer informações sobre a comunicação com o escravo.

- O parâmetro P0851 indica o estado da comunicação da interface EtherCAT.
- O parâmetro P0852 fornece informações sobre o link e comunicação em cada porta Ethernet.
- O parâmetro P0853 indica o estado do escravo, com relação à máquina de estados EtherCAT.
- Os parâmetros P0855 até P0858 indicam os PDOs utilizados e a quantidade de dados mapeados.
- O parâmetro P0859 indica o tempo a cada atualização de dados com o mestre.

## 9.5 OPERAÇÃO UTILIZANDO DADOS DE PROCESSO

Uma vez que a comunicação esteja estabelecida, os dados mapeados nos PDOs são automaticamente atualizados entre mestre e escravo. Dentre os principais objetos que podem ser utilizados para controle do drive, podemos citar:

- 6040h: ControlWord
- 6041h: StatusWord
- 6060h: Mode of operation
- 6063h: Position actual value
- 607Ah: Target position
- 60FFh: Target velocity
- 6071h: Target Torque

É importante conhecer estes objetos e entender o funcionamento de cada modo de operação para programar o mestre conforme desejado para a aplicação.

## 10 FALHAS E ALARMES

### F0045/A0145 - ERRO DE ACESSO À INTERFACE ETHERCAT

#### Descrição:

Indica falha na troca de dados entre o servoconversor SCA06 e o acessório EtherCAT.

#### Atuação:

Para certificar que o acessório de comunicação EtherCAT está devidamente instalado e operacional, dois mecanismos de verificação são executados:

- Logo Após a energização do produto, é realizado um procedimento para verificar a consistência na troca de dados entre o servoconversor SCA06 e o acessório EtherCAT.
- Durante a operação, valores são transferidos entre o drive e o acessório, e verificados por ambos em intervalos regulares.

Se for identificado algum problema, tanto na verificação após a energização quanto na verificação durante a operação, será sinalizada através da HMI a mensagem de alarme A0145 – ou falha F0045, dependendo da programação feita no P0662. É necessário desligar e ligar novamente o equipamento para que uma nova tentativa de acesso ao módulo EtherCAT seja feita.

#### Possíveis Causas/Correção:

- Verificar se o acessório está corretamente encaixado.
- Conferir a versão de firmware do drive e revisão de firmware do acessório para certificar que são compatíveis.
- Conferir se o tempo de ciclo do mestre EtherCAT é maior (ou igual) do que o tempo mínimo suportado pelo equipamento.
- Erros de hardware decorrentes, por exemplo, do manuseio ou instalação incorreta do acessório podem causar este erro. Se possível realizar testes substituindo o acessório de comunicação.

### F0046/A0146 - ETHERCAT OFFLINE

#### Descrição:

Indica falha na comunicação entre o escravo e o mestre EtherCAT.

#### Atuação:

Atua quando por algum motivo há uma interrupção na comunicação entre o escravo e o mestre da rede EtherCAT, depois que a comunicação cíclica foi iniciada.

Neste caso será sinalizada através da HMI a mensagem de alarme A0146 – ou falha F0046, dependendo da programação feita no P0662. Para alarmes, esta indicação desaparecerá automaticamente no momento em que a comunicação cíclica for restabelecida.

#### Possíveis Causas/Correção:

- Verificar se o mestre da rede está configurado corretamente e operando normalmente.
- Verificar curto-circuito ou mau contato nos cabos de comunicação.
- Verificar a instalação da rede de maneira geral – passagem dos cabos, aterramento.



WEG Drives & Controls - Automação LTDA.  
Jaraguá do Sul – SC – Brasil  
Fone 55 (47) 3276-4000 – Fax 55 (47) 3276-4020  
São Paulo – SP – Brasil  
Fone 55 (11) 5053-2300 – Fax 55 (11) 5052-4212  
automacao@weg.net  
www.weg.net