


Schnittstellen für magnetkodiertes Wegmesssystem BML
Interfaces for BML Magnetically Coded Position Measuring System
Interfaces pour système de mesure
de déplacement à codage magnétique BML
Interfacce per encoder a codifica magnetica BML
Interfaces para el encóder magnético BML



deutsch	Basisinformation
english	Basic Information
français	Informations de base
italiano	Informazione di base
español	Información básica

www.balluff.com

Schnittstellen für magnetkodiertes Wegmesssystem BML

Basisinformation



www.balluff.com

1	Benutzerhinweise	4
1.1	Gültigkeit	4
1.2	Verwendete Symbole und Konventionen	4
1.3	Verwendete Abkürzungen	4
1.4	Verwendete Begriffe	4
2	Schnittstellen	5
2.1	IO-Link-Schnittstelle	5
2.2	SSI-Schnittstelle	7
2.2.1	Prinzip	7
2.2.2	Fehlerhafte SSI-Abfrage	8
2.2.3	Display/Controller für SSI	8
2.3	BiSS-C-Schnittstelle	9
2.3.1	CRC	10
2.3.2	EDS	11
2.4	DRIVE-CLiQ-Schnittstelle	13
2.5	Absolute Quadrature-Schnittstelle	14
2.6	Analoge Schnittstelle sin/cos (1Vpp)	16
2.6.1	Polperiodischer Referenzpunktfunktion	16
2.6.2	Ändern des Phasenbezugs von A(sin), B(cos), Z	17
2.6.3	Enhanced Preset	18
2.7	Analoge Schnittstelle sin/cos (1Vpp) für funktionale Sicherheit	19
2.7.1	Allgemeine Hinweise	19
2.7.2	Auswertung der sicheren inkrementellen G-Schnittstelle	19
2.7.3	Auswertung <i>Sicherer Absolutwert</i> in Verbindung mit der G-Schnittstelle	20
2.7.4	Sicherheitsanforderungen für den elektrischen Anschluss	20
2.7.5	Nutzung	21
2.8	Digitale Schnittstelle A/B/Z (RS422/HTL)	23
2.8.1	Digitales inkrementelles Messsystem	23
2.8.2	Zusammenhang zwischen maximaler Verfahrensgeschwindigkeit, Auflösung und Flankenabstand	24
3	Anhang	25
	Checkliste für die Inbetriebnahme und im Servicefall	25

1

Benutzerhinweise

1.1 Gültigkeit

Diese Anleitung beschreibt elektrische Schnittstellen der Balluff BML-Sensoren und ergänzt die Dokumentation der Sensor-Familien.

Das Dokument beschreibt folgende Schnittstellen:

- IO-Link
- SSI
- BiSS-C
- DRIVE-CLiQ
- Absolute Quadrature
- Analog sin/cos (1Vpp)
- RS422/HTL A/B
- G-Schnittstelle (funktional sicheres Positionssignal)

Nicht alle Schnittstellen stehen jedem Sensor zur Verfügung. In den jeweiligen Betriebsanleitungen sind die möglichen Schnittstellen mit ihren spezifischen Parametern (Pegel, Timing, etc.) benannt.

Die Anleitung richtet sich an qualifizierte Fachkräfte. Lesen Sie diese Anleitung, bevor Sie das Wegmesssystem installieren und betreiben.

1.2 Verwendete Symbole und Konventionen



Hinweis, Tipp

Dieses Symbol kennzeichnet allgemeine Hinweise.

1.3 Verwendete Abkürzungen

1Vpp	Inkrementelle sin/cos-Schnittstelle
BiSS	Bidirektionale Synchron-Serielle Schnittstelle
CDM	Control Data Master
CDS	Control Data Slave
Clk	Clock, Taktsignal
CRC	Zyklische Redundanzprüfung (Cyclic Redundancy Check)
Data	Seriellles Datensignal
EDS	Elektronisches Datenblatt (Elektronic Data Sheet)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FW-Ereignis	Fehler/Warnungen werden im seriellen Datensatz übertragen.
PL	Performance Level
SIL	Safety Integrity Level
SSI	Synchron-Serielle Schnittstelle (Synchronous Serial Interface)
VH	Virtuelle Referenzfahrt (Virtual Homing)

1.4 Verwendete Begriffe

Absolute Position	Gemessene Position innerhalb des Koordinatensystems der bekannten physikalischen Position
Bekannte physikalische Position	Eindeutig definierte Position in der Anlage, in der z. B. ein Referenzsensor oder eine mechanische Endlage das Koordinatensystem der absoluten gemessenen Position definiert.
Echte absolute Position	Tatsächliche absolute Position innerhalb der Anlage
Feinlage	Interpolierter Positionswert der sin/cos-Schnittstelle, z. B. in 1/1000 Periode
Groblage	Quadrant der sin/cos-Schnittstelle
Initiale Referenzfahrt	Allererste Referenzfahrt auf eine bekannte physikalische Position
Unsicher erzeugter Absolutwert	Der Absolutwert darf ohne Plausibilisierung gegen das sichere Inkrementalsignal nicht für sicherheitsgerichtete Anwendungen eingesetzt werden.
Zeigerlänge	Aus den vier sin/cos-Signalen ermittelte rechnerische Größe

2

Schnittstellen

2.1 IO-Link-Schnittstelle

i Die IODD-Datei kann im Internet unter **www.balluff.com** oder per E-Mail bei **service@balluff.de** angefordert werden.

i Weiterführende Informationen und Beschreibungen zum Protokoll und den Profilen finden Sie online unter <https://www.io-link.com>.

Allgemein

IO-Link integriert konventionelle und intelligente Sensoren und Aktoren in Automatisierungssysteme und ist als Kommunikationsstandard unterhalb der klassischen Feldbusse vorgesehen. Die feldbusunabhängige Übertragung nutzt bereits vorhandene Kommunikationssysteme (Feldbusse oder Ethernet-basierte Systeme).

Die IO-Link Devices, wie Sensoren und Aktoren, werden in einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung über ein Gateway, den IO-Link Master, an das steuernde System angebunden. Die IO-Link Devices werden mit handelsüblichen ungeschirmten Standard-Sensorkabeln angeschlossen. Die Kommunikation basiert auf einem Standard-UART-Protokoll mit einer 24-V-Pulsmodulation im Halb-Duplex-Betrieb. Auf diese Weise ist eine klassische Zwei- oder Drei-Leiter-Physik möglich.

Protokoll

Bei der IO-Link-Kommunikation werden zyklisch Daten zwischen IO-Link-Master und IO-Link-Device ausgetauscht.

In diesem Protokoll werden sowohl Prozess- als auch Bedarfsdaten, wie Parameter oder Diagnosedaten, übertragen. Prozessdaten werden zyklisch mit der eingestellten Zykluszeit übertragen. Die Übertragung von Bedarfsdaten kann mehrere Zyklen in Anspruch nehmen.

Eine IO-Link-Kommunikation wird grundsätzlich vom Master initialisiert und das Gerät antwortet auf die Anfragen des Masters.

Zykluszeit

Die Zykluszeit (Master Cycle Time) wird durch folgende zwei Parameter bestimmt: die vom IO-Link Device vorgegebene, minimal mögliche Zykluszeit (Min Cycle Time) und die minimale Zykluszeit des Masters. Die Zykluszeit wird vom Master automatisch so eingestellt, dass es den Möglichkeiten beider Komponenten entspricht.

Protokollversion 1.0 / 1.1

In der Protokollversion 1.0 wurden die Prozessdaten größer 2 Bytes über mehrere Zyklen verteilt übertragen. Ab der Protokollversion 1.1 werden alle verfügbaren Prozessdaten in einem Frame übertragen. Damit ist die Zykluszeit (Master Cycle Time) identisch zum Prozessdatenzyklus.

i Die BML-Balluff Sensoren entsprechen der Protokollversion 1.1. Wird das IO-Link-Device an einem IO-Link-Master mit der Protokollversion 1.0 betrieben, entstehen längere Übertragungszeiten (Prozessdatenzyklus ~ Anzahl Prozessdaten × Master Cycle Time).

Index/Subindex

Der Zugriff auf Parameter erfolgt grundsätzlich über den Index/Subindex.

Diverse Indizes sind durch den IO-Link-Standard definiert. So sind z. B. die Indizes für die Systemkommandos, die Identifikation und das Parametermanagement vorgegeben. Zudem definieren Balluff Geräte eigene Indizes. Diese sind in der Betriebsanleitung des jeweiligen Sensors oder in der IODD ersichtlich.

Parameter-Management

In der Protokollversion 1.1 ist ein Parametermanager definiert, der das Speichern von Device-Parametern auf dem IO-Link Master ermöglicht. Bei Austausch eines IO-Link Devices können die Parameterdaten des vorherigen IO-Link Devices übernommen werden. Die Bedienung dieses Parametermanagers ist abhängig vom verwendeten IO-Link Master und sollte der zugehörigen Beschreibung entnommen werden.

Fehlermeldungen

Für eine fehlgeschlagene Parametrierung sind folgende Fehlermeldungen hinterlegt:

Fehlercode	Fehlermeldung
0x8011	Index not available
0x8012	Subindex not available
0x8020	Service temporarily not available
0x8030	Value out of range
0x8033	Parameter length overrun
0x8034	Parameter length underrun
0x8036	Function temporarily unavailable
0x8040	Invalid parameter set
0x8082	Application not ready

Tab. 2-1: Fehlermeldungen IO-Link-Spezifikation

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

IODD

In der IODD sind die Geräteparameter, die Beschaffenheit der Prozessdaten und die Geräteeigenschaften abgebildet. Für jede DeviceID ist eine IODD eindeutig zugeordnet und bildet das spezifische zugehörige Datenmodell ab.

Die in der IODD abgelegten Informationen können in der Kundenanwendung verwendet werden, um die Benutzung zu vereinfachen. Dieselben Informationen sind auch in der Bedienungsanleitung als Text abgedruckt.

Smart Sensor Profil

Das *Smart Sensor Profil* legt Funktionen und Parameter fest, die ein IO-Link-Sensor unterstützen muss. Geräte, die dem Profil entsprechen, unterstützen Identifikationsdaten und Metadaten zu den Prozessdaten.

Smart Sensor Profil Ed. 2

Das *Smart Sensor Profil Ed. 2* erhöht die Kompatibilität zwischen IO-Link-Sensoren verschiedener Hersteller. Sensoren eines jeweiligen Profiltypen haben eine eindeutige Prozessdatenstruktur.

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.2 SSI-Schnittstelle

RS422-Differenzsignal

i Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

Schaltungsvorschlag zur Auswertung:

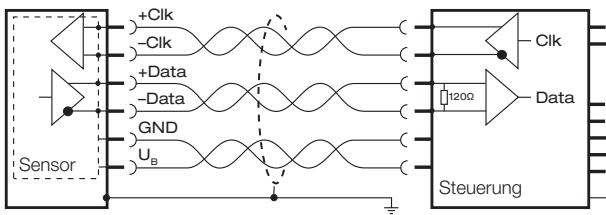


Bild 2-1: Anschlussbeispiel für einen Sensor mit Steuerung

i Die Adern von Clk, Data und Versorgungsspannung müssen im Kabel paarweise verseilt sein (siehe Bild 2-1).

Clockimpulse dürfen erst gesendet werden, wenn die Versorgungsspannung am Messsystem anliegt.

i Der Data-Ausgang des Sensors muss in der Steuerung mit 120 Ω belastet sein, da es sonst zu verfälschten Messergebnissen kommen kann.

2.2.1 Prinzip

SSI bedeutet Synchronous Serial Interface und beschreibt eine digitale synchrone Schnittstelle mit einer differenziellen Clock-Leitung und einer differenziellen Datenleitung.

Mit der ersten **fallenden** Taktflanke (Triggerzeitpunkt) wird das auszugebende Datenwort im Sensor zwischengespeichert. Die Ausgabe der Daten erfolgt mit der ersten steigenden Taktflanke, d. h. der Sensor gibt mit jeder steigenden Taktflanke ein Bit auf die Datenleitung. Dabei sind in der Steuerung die Leitungskapazitäten und Verzögerungen der Treiber t_v beim Abfragen der Datenbits zu berücksichtigen.

Die max. Taktfrequenz f_{Clk} ist abhängig von der Kabellänge. Die t_m -Zeit, auch als Monoflop-Zeit bezeichnet, wird mit der letzten fallenden Flanke gestartet und mit der letzten steigenden Flanke als Low-Pegel ausgegeben. Die Datenleitung bleibt so lange auf Low, bis die t_m -Zeit abgelaufen ist. Danach ist der Sensor für das nächste Clockpaket wieder empfangsbereit.

i Die Bedeutung der Bits und der Zusammenhang zwischen maximaler Kabellänge und Clockrate ist in der Betriebsanleitung des Sensors beschrieben.

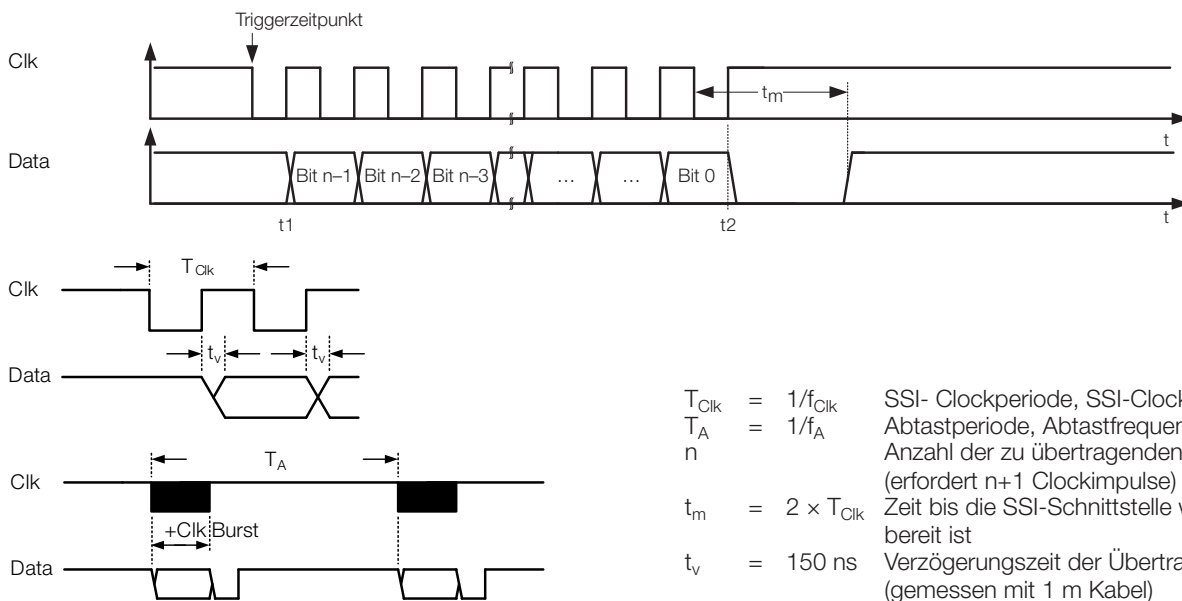


Bild 2-2: Signale bei SSI-Schnittstelle

$T_{Clk} = 1/f_{Clk}$ SSI- Clockperiode, SSI-Clockfrequenz
 $T_A = 1/f_A$ Abtastperiode, Abtastfrequenz
 n Anzahl der zu übertragenden Bits (erfordert $n+1$ Clockimpulse)
 $t_m = 2 \times T_{Clk}$ Zeit bis die SSI-Schnittstelle wieder bereit ist
 $t_v = 150 \text{ ns}$ Verzögerungszeit der Übertragung (gemessen mit 1 m Kabel)

Bit n-1	Bit n-2	...	Bit 1	Bit 0	Dez.-Wert
0	0		0	1	1
0	0		1	0	2
0	0		1	1	3

Tab. 2-2: Wertigkeit der übertragenen Bits bei binärer Übertragung

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.2.2 Fehlerhafte SSI-Abfrage

Zu schnelle Taktung

i Dieser Fehlerfall ist in der Betriebsanleitung des Sensors beschrieben.

Untertaktung

Bei zu wenigen Taktflanken wird für die Zeit t_m nach der letzten negativen Flanke von +Clk der anstehende Datenpegel gehalten. Sollte innerhalb der t_m -Zeit noch eine positive Flanke auftreten, dann wird noch das nächste Bit ausgegeben. Wenn die t_m -Zeit abgelaufen ist, geht der +Data-Ausgang auf High. Der High-Pegel wird bis zum nächsten Clock Burst gehalten.

Übertaktung

Bei zu vielen Taktflanken geht der Datenausgang nach Ablauf der korrekten Anzahl von Takten auf Low. Mit jeder weiteren negativen Flanke von +Clk wird die t_m -Zeit erneut gestartet. Nach Ablauf der Zeit t_m geht der +Data-Ausgang wieder auf High.

Rechnerische Auflösungsanpassung

Durch gezielte Über- bzw. Untertaktung lässt sich die rechnerische Auflösung des Sensors verdoppeln bzw. halbieren.

Beispiel

Angenommen, der Sensor hat eine Auflösung von $1 \mu\text{m}$ und die Anzahl der Bits sei 25.

- Das Datenbit beim 25. Clk hat die Wertigkeit $1 \mu\text{m}$
- Das Datenbit beim 24. Clk hat die Wertigkeit $2 \mu\text{m}$
- Das Datenbit beim 23. Clk hat die Wertigkeit $4 \mu\text{m}$
- usw.

Wenn die Steuerung nur 24 Clockimpulse ausgibt, können vom Sensor nur $2\text{-}\mu\text{m}$ -Stufen ausgegeben werden. Für die Steuerung sieht es so aus, als ob der Sensor eine Auflösung von $2 \mu\text{m}$ habe. D. h. bei einem Verfahrensweg von 1 mm ändert sich die Position nicht um 1000 Inkremente, sondern nur um 500 Inkremente.

Wenn die Steuerung zu viele Clockimpulse ausgibt, reduziert sich rechnerisch die Auflösung des Sensors.

- Das Datenbit mit dem 25. Clk die Wertigkeit $1 \mu\text{m}$
- Das Datenbit beim 26. Clk ist Null und hat die Wertigkeit $1/2 \mu\text{m}$
- Das Datenbit beim 27. Clk ist Null und hat die Wertigkeit $1/4 \mu\text{m}$
- usw.

Wenn die Steuerung 27 Clockimpulse ausgibt, sieht es für die Steuerung so aus, als ob der Sensor eine Auflösung von $1/4 \mu\text{m}$ hat. Beim Verfahren über 1 mm ändert sich die Position um 4000 Inkremente in Stufen von jeweils 4 Inkrementen.

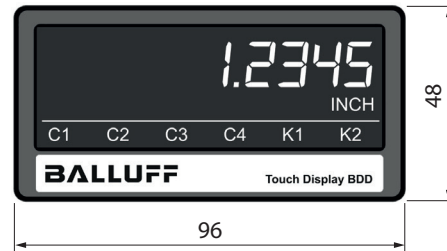
Falls eine Steuerung die einstellbare Anzahl der Bits nicht unterstützt, kann mit einer anderen Clockanzahl getaktet werden. Für eine korrekte Auswertung des Messwerts muss dann die Auflösung je Bit angepasst werden.

2.2.3 Display/Controller für SSI

Folgende Anzeigergeräte stehen für die SSI-Schnittstelle zur Verfügung:

BDD Touch Display

Bestellcode: BAE010N



Gehäusetiefe 105 mm

- SSI-Schnittstelle Master (siehe Bild 2-3) oder Slave (siehe Bild 2-4)
- 2 Relaisausgänge programmierbar
- 8 richtungsabhängige Schaltpunkte möglich
- Anzeige mehrfarbig



Bild 2-3: Einsatz als SSI-Master

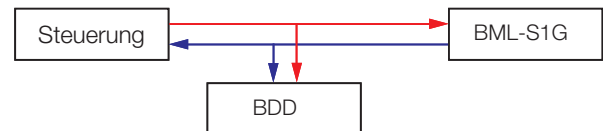


Bild 2-4: Einsatz als Slave

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.3 BiSS-C-Schnittstelle



i Die XML-Datei kann unter www.balluff.com oder per E-Mail bei service@balluff.de angefordert werden.

RS422-Differenzsignal

i Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

Schaltungsvorschlag zur Auswertung:

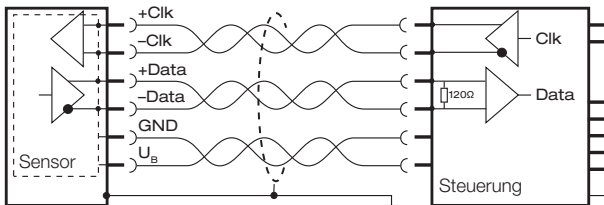


Bild 2-5: Anschlussbeispiel für einen Sensor mit Steuerung

i Die Adern von Clk, Data und Versorgungsspannung müssen im Kabel paarweise versiebt sein (siehe Bild 2-5).

Clockimpulse dürfen erst gesendet werden, wenn die Versorgungsspannung am Messsystem anliegt.

i Weitere Informationen, siehe www.biss-interface.com.

i Der Data-Ausgang des Sensors muss in der Steuerung mit 120 Ω belastet sein, da es sonst zu verfälschten Messergebnissen kommen kann.

Bei der BiSS-C-Schnittstelle lassen sich zusätzlich zu den Positionsdaten auch Daten (Registerdaten) bidirektional übertragen. Die Übertragung der Registerdaten läuft dabei parallel zur Übertragung der Positionsdaten und hat keinen Einfluss auf das Messverhalten des Systems. Die Balluff BiSS-C-Sensorköpfe können über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung an die Steuerung angeschlossen werden.

Die Übertragung ist CRC-gesichert, d. h. die Steuerung kann prüfen, ob die übertragenen Daten richtig empfangen wurden. Bei fehlerhafter Übertragung können die Daten verworfen und neue angefordert werden.

Die Übertragung (wie in Bild 2-6 dargestellt) bietet folgende Möglichkeiten:

- Zusätzlich wird ein Fehler- und ein Warnbit übertragen.
- Eine bidirektionale gesicherte Datenübertragung steht dauerhaft zur Verfügung (Registerkommunikation).
- Eine Laufzeitkompensation der Clock- und Datenleitung ist möglich. Dadurch lassen sich größere Leitungslängen bzw. höhere Datenraten erreichen.

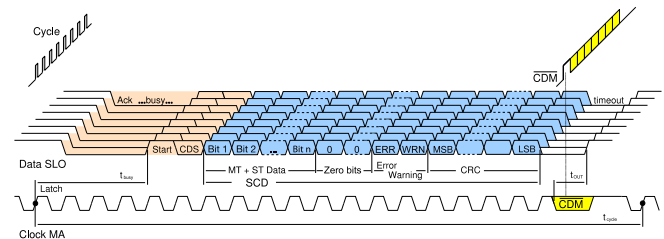


Bild 2-6: Signalverlauf BiSS-C-Schnittstelle

- Mit der ersten **steigenden** Flanke (Triggerzeitpunkt) signalisiert die Steuerung, dass sie einen Wert vom Sensor anfordert. Der zu diesem Zeitpunkt gültige Messwert wird in der späteren Datenübertragung übermittelt.
- Mit der zweiten steigenden Flanke des Clocks bestätigt der Sensor durch ein Low auf der Datenleitung die Datenanfrage.
- Die Zeitdifferenz zwischen der zweiten steigenden Flanke des Clocks und dem ersten Low der Datenleitung des Sensors entspricht der Laufzeit der beiden Signale. Sie tritt bei allen weiteren Flanken des Frames auf und kann deshalb in der Steuerung kompensiert werden. Damit lassen sich wesentlich größere Kabel-längen oder höhere Datenraten als bei SSI-Schnittstellen realisieren.
Beispiel: Daten mit einer Clockrate von 1 MHz lassen sich z. B. bis zu 400 m übertragen. Ohne Laufzeitkompensation sind nur etwa 20 m möglich.
- Alle weiteren Bits, die der Sensor überträgt, werden bei der nächsten steigenden Flanke ausgegeben.
- Während der Zeit t_{busy} bereitet der Sensor die Daten auf. Wenn das Aufbereiten abgeschlossen ist, setzt der Sensor das Datensignal auf High (Startbit). Beginnend mit dem CDS überträgt der Sensor anschließend mit jedem Takt ein Bit der Daten. Das Datenbit ist entweder das Echo des CDM-Bits, das im letzten Datensatz empfangen wurde oder ein Bit der angeforderten Registerdaten.
- Danach werden die Daten von Bit1 bis Bitn übertragen.
- Es folgen je ein Fehlerbit und Warnbit und der CRC.
- Registerkommunikation:
Mit jedem Frame kann ein Bit von der Steuerung zum Sensor übertragen werden. Dazu wird während der t_m -Zeit (Timeout = $2 \times t_{clk}$) das Clocksignal der Steuerung entweder auf High oder auf Low gelegt. Der Sensor erkennt dieses als ein High- oder Low-Bit (CDM) und spiegelt es beim nächsten Frame im CDS-Bit. Dadurch kann die Steuerung erkennen, ob das Bit richtig erkannt worden ist (gesicherte Übertragung).

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

- Durch diese Übertragung von einem Bit je Frame lassen sich über mehrere Frames verschiedene Adressen im Sensor lesend und schreibend ansprechen. Dort stehen weitere Informationen zu Fehlern oder Warnungen zur Verfügung. Auch Abspeichern und Lesen von Anwenderdaten ist möglich (siehe Bild 2-6).

2.3.1 CRC

Zur Sicherung der Datenintegrität wird die zyklische Redundanzprüfung (kurz CRC) in der Steuerung eingesetzt. Hierbei wird jeweils im Sensor und in der Steuerung ein Prüfwert der übertragenen Daten berechnet und miteinander verglichen. Sind beide Werte gleich, wurden die Daten richtig übertragen. Unterscheiden sie sich, wurden die Daten falsch übertragen und der Positionswert muss erneut angefordert werden.

Bei Balluff Sensoren wird die Steuerung wie folgt parametrisiert:

CRC: 6 Bit (invertiert übertragen)

Das Zählerpolynom für die CRC-Bestimmung ist 0x43 (hex), 67 (dez) oder 1000011 (bin).

BiSS C unidirektional

Es werden nur die Daten vom Messsystem zur Steuerung übertragen. Die Möglichkeit, zusätzliche Informationen zu übertragen (wie z. B. Registerkommunikation bei BiSS C), besteht nicht bzw. wird nicht genutzt.

Position/Logik der Signale bei BiSS C unidirektional:

In Bild 2-7 ist die zeitliche Abfolge der einzelnen Bits dargestellt.

CDS/CDM ist immer High, danach kommen die Bits 1 bis n. Danach wird ein Fehler- und Warnbit übertragen. Das Fehler- und Warnbit im Datensatz ist active Low. Wenn kein Fehler und keine Warnung anstehen sind beide Bits High.



Die Bedeutung/Wertigkeit der Bits ist in Tab. 2-2 auf Seite 7 dargestellt.

BiSS C bidirektional

Bei der BiSS-C-Schnittstelle werden wie bei der SSI-Schnittstelle Fehler und Warnungen (FW-Ereignisse) im seriellen Datensatz übertragen. Zusätzlich kann die Art des Ereignisses über Registerkommunikation abgefragt werden.

Die Fehler- und Warnbits werden wie bei unidirektionalen Schnittstellen im seriellen Datenstrom nach den Positionsdaten und vor dem CRC übertragen. Im Bild 2-6 sind die zeitlichen Verhältnisse dargestellt. Das Fehler- und Warnbit im Datensatz wird active Low übertragen. Wenn kein Fehler und keine Warnung ansteht, sind beide Bits High.

Fehlerbyte, Warnbyte:

Über die Registerdaten kann die Steuerung die genaue Fehler- bzw. Warnursache lesen. Das Fehlerbyte steht an der BiSS-Register-Adresse 0x48, das Warnbyte an der BiSS-Register-Adresse 0x49. Die verschiedenen Fehler- und Warnursachen sind dort bitweise codiert.



Die Bedeutung der Fehler- und Warnbits ist in der Betriebsanleitung des Sensors beschrieben.

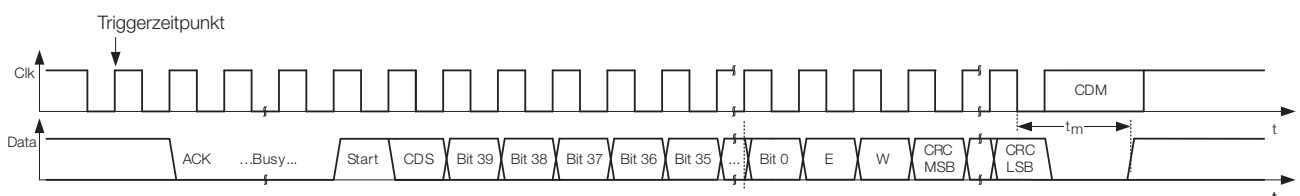


Bild 2-7: Signale BiSS-C-Schnittstelle (unidirektional)

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.3.2 EDS

EDS, elektronisches Datenblatt, Userbereich:

Diese Funktion von BiSS C erlaubt dem Anwender, über Registerkommunikation beliebige anwenderspezifische Daten im EEPROM des Sensors byteweise permanent abzulegen und/oder auszulesen.

Der gesamte EEPROM-Adressraum ist in drei Bereiche unterteilt:

– **Hidden**

Darauf kann der Anwender nicht zugreifen.

– **Read Only** (EDS-Bereich)

Dieser Bereich ist nur lesbar. In diesem Bereich ist das auf dem Gerät gespeicherte *Electronical Datasheet* (EDS) abgelegt. Es liefert Geräteinformationen zu den Kommunikationsparametern und dem aktiven Geräteprofil des Sensors. Das Geräteprofil enthält Informationen zu den Messeigenschaften. Im Allgemeinen lassen sich folgende Eigenschaften auslesen:

- Art des Sensors
- Genauigkeit des Sensors
- Länge und Bedeutung der Prozessdaten
- Timing-Vorraussetzungen
- Grenzwertanforderungen zur Spannungsversorgung.

– **Read/Write** (Userbereich)

Hier stehen eine bestimmte Anzahl von Bytes in einzelnen Bänken mit je 64 Bytes zur Verfügung (siehe Sensor-Betriebsanleitung). Dort können z. B. mechanische Montagedaten des Sensors, das Montagedatum, Bestellbezeichnung des Sensors usw. abgelegt werden.



Weitere Informationen zu den einzelnen Profilen finden Sie unter <http://biss-interface.com>.

Der BiSS-Register-Adressraum (0x00...0x7F) ist in zwei Bereiche eingeteilt:

1. Ein **umschaltbarer Bankbereich** (0x00...0x3F), der je nach ausgewählter Bank unterschiedliche EEPROM-Bereiche abbildet.

In Bild 2-8 ist der Zusammenhang zwischen BiSS-C-Register-Adressraum und EEPROM-Adressraum dargestellt. Der aktuell sichtbare EEPROM-Adressbereich lässt sich durch die Bank an BiSS-C-Register-Adresse 0x40 auswählen. Der Inhalt der ausgewählten Bank wird im Registeradressbereich 0x00...0x3F abgebildet.

Je nach Bank ist entweder kein Zugriff, nur Lesezugriff oder Lese- und Schreibzugriff möglich.

2. Ein **fester Bereich**, auf den unabhängig von der gewählten Bank immer schreibend und lesend zugegriffen werden kann (0x40...0x7F). Über diesen Bereich kann die Bank, die bearbeitet werden soll, ausgewählt werden.

Folgende Informationen können ausgelesen werden:

- Warnungen und Fehler des Sensors
- Bank, an der das elektronische Datenblatt beginnt
- aktuell ausgewählte Bank

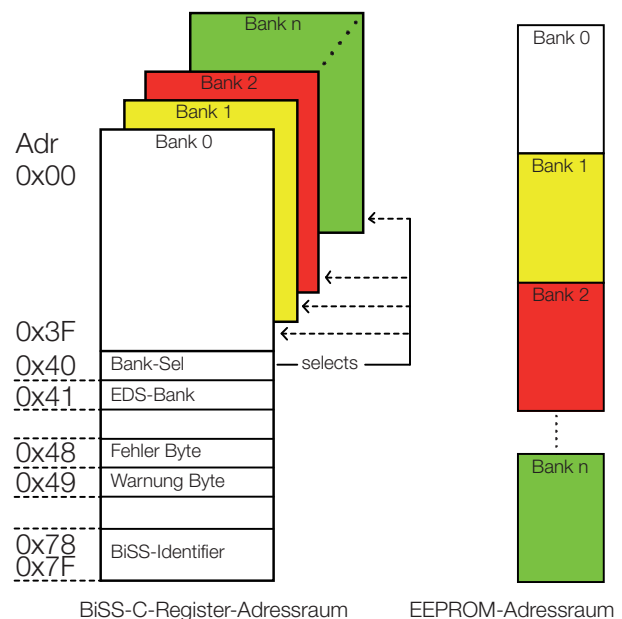


Bild 2-8: BiSS-C-Register-Adressraum

Zum Lesen und Schreiben des Userbereichs muss zunächst die Konfiguration aus dem EDS-Bereich ausgelesen werden:

An der BiSS-C-Register-Adresse 0x41 wird die EDS-Bank ausgelesen. Der Wert aus Adresse 0x41 wird dann in der Register-Adresse 0x40 (Bankauswahl) eingetragen.

Danach stehen folgende Informationen zur Verfügung:

- Adresse 0x00 die EDS-Version,
- Adresse 0x01 die Anzahl der EDS-Bänke,
- Adresse 0x02 der Beginn der Bank des Userbereichs
- Adresse 0x03 die letzte Bank des Userbereichs.

Im Userbereich lassen sich beliebige Daten lesen und schreiben. Diese Daten sind im EEPROM dauerhaft gespeichert. Der Userbereich ist frei nutzbar, Daten können beliebig auf den verschiedenen Bänken abgelegt werden: ASCII oder binär codiert, Klarschrift oder verschlüsselt, mit oder ohne CRC Schutz.

Nachdem an der Adresse 0x40 eine Bank des Userbereichs eingetragen wurde, können im Adressraum 0x00...0x3F beliebige Daten gelesen und geschrieben werden. Bei einer anderen Bank des Userbereichs lassen sich an den gleichen Adressen 0x00...0x3F andere Daten schreiben und lesen, ohne dass die Daten der anderen Bänke überschrieben werden. Die Daten, die im Userbereich abgelegt sind, stehen permanent zur Verfügung, also auch nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Systems.

Wenn auf andere Bänke außerhalb des Userbereichs geschrieben werden möchte, gibt es eine Fehlermeldung.

Für das folgende Beispiel wird diese Syntax genutzt:

n	=	[0x41]	Beschreiben von n mit dem Inhalt von Adresse 41 (hex)
[0x40]	=	7	Schreiben vom Wert 7 auf die Adresse 0x40 (hex)

Beispiel für das Schreiben und Lesen von drei Bytes in zwei User-Bänken:

Auslesen des EDS (Lesen der Definition des Userbereichs)

n	=	[0x41]	(EDS beginnt an der Bank n, hier z. B. 1)
[0x40]	=	n	(EDS Bank wird ausgewählt)
num	=	[0x01]	(Anzahl der EDS-Bänke wird gelesen, z. B. 8)
User_beg	=	[0x02]	(Beginn des Userbereichs wird gelesen, z. B. 0x09)
User_last	=	[0x03]	(Letzte Bank des Userbereichs wird gelesen, z. B. 0x0F)

Beschreiben des Userbereichs

[0x40]	=	User_beg	(erste Bank des Userbereichs auswählen, hier 0x09)
[0x00]	=	0x11	(beliebigen Wert in erste Adresse der erste Bank eintragen)
[0x3F]	=	0x1F	(beliebigen Wert in letzte Adresse der ersten Bank eintragen)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(zweite Bank des Userbereichs auswählen)
[0x00]	=	0x21	(beliebigen Wert in die erste Adresse der zweiten Bank eintragen)
...			

Optional Power off/on

Lesen des beschriebenen Userbereichs

[0x40]	=	User_beg	(erste Bank des Userbereichs auswählen)
n	=	[0x00]	(n wird zu 0x11, obiger Wert)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(zweite Bank des Userbereichs auswählen)
n	=	[0x00]	(n wird zu 0x21, obiger Wert)
...			



Mit dem BiSS Identifier wird über die XML-Datei das Datenformat und die Bedeutung der einzelnen Bits definiert. Der BiSS Identifier ist in der Betriebsanleitung des Sensors beschrieben. Diese XML-Datei von www.balluff.com herunterladen oder per E-Mail bei service@balluff.de anfordern.

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.4 DRIVE-CLiQ-Schnittstelle

DRIVE-CLiQ ist eine hochleistungsfähige (interne) Ethernet-basierte Kommunikationsschnittstelle für Siemens SINAMICS-Systeme, die azyklischen und zyklischen Datenaustausch ermöglicht. Mit einer Übertragungsrate von bis zu 100 MBit/s verfügt DRIVE-CLiQ über die für Regelungsaufgaben erforderliche Leistung. DRIVE-CLiQ kann alle Arten von antriebsbezogenen Komponenten wie Sensoren, Aktoren usw. mit der Steuereinheit verbinden.

Die Schnittstelle bietet folgende Vorteile:

- Automatische Konfiguration durch elektronisches Typenschild
- Geringer Konfigurationsaufwand
- Schnelle und einfache Diagnose
- Einfache und einheitliche Verkabelung

Ausführliche Informationen zur Einrichtung und Fehlerbehebung finden Sie im Siemens Dokument *SINAMICS List Manual* (zu Fehler und Alarmer siehe Kapitel 4).



Das Siemens Dokument *SINAMICS List Manual* finden Sie unter <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109763271>.

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.5 Absolute Quadrature-Schnittstelle

i Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

Die Absolute Quadrature-Schnittstelle nutzt die inkrementelle, digitale A/B-Schnittstelle mit Z-Signal, um beim Einschalten die absolute Position zu übertragen. Damit erhält eine konventionelle, inkrementell arbeitende Steuerung eine absolute Funktionalität. An der Steuerung sind keine Änderungen notwendig. Nach dem Einschalten ist keine Referenzfahrt nötig und die absolute Position steht unmittelbar zur Verfügung.

Die Absolute Quadrature-Schnittstelle ist kompatibel zur digitalen A/B/Z-Schnittstelle. Der Anwender muss die gewünschte Auflösung und den minimal möglichen Flankenabstand (siehe Tab. 2-4 auf Seite 24) passend zur genutzten Steuerung wählen. Daraus ergibt sich die maximale Verfahrgeschwindigkeit bzw. Drehzahl bei rotativen Anwendungen. Der Zusammenhang ist den jeweiligen Tabellen in der Betriebsanleitung des Sensors zu entnehmen. Tab. 2-4 auf Seite 24 stellt ein Beispiel dar.

Die Steuerung wertet die Signale gemäß Bild 2-26 auf Seite 23 aus und ermittelt daraus die s_{AB} Position.

Einschaltverhalten

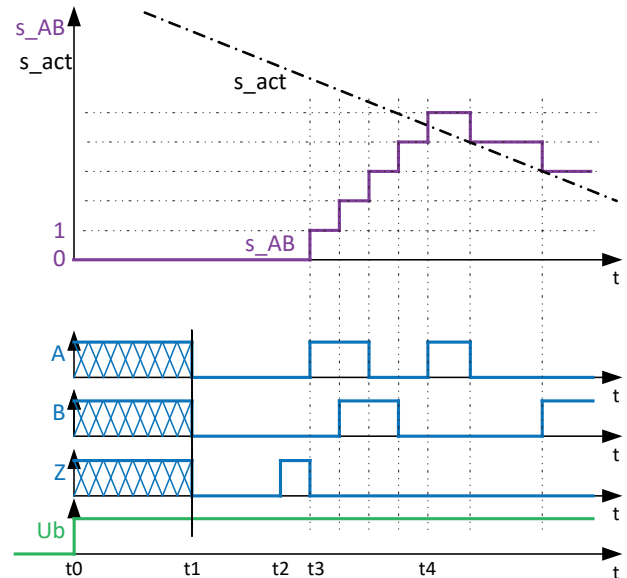


Bild 2-9: Einschaltverhalten

Die genauen zeitlichen Verhältnisse beim Einschalten sind in Bild 2-9 beschrieben: Der Sensor führe eine Bewegung entsprechend s_{act} aus. Mit dem Einschalten der Versorgungsspannung zum Zeitpunkt t_0 sind alle Ausgänge hochohmig. Zum Zeitpunkt t_1 , nach der Einschaltverzögerung, werden die Ausgänge niederohmig und es beginnt die Startverzögerung $t_{VHstart_delay}$. Sie dauert bis zum Zeitpunkt t_2 . Nun beginnt die virtuelle Referenzfahrt VH. Zwischen t_2 und t_3 wird ein Z-Impuls ausgegeben. Dadurch muss die Steuerung ihren internen Positionszähler zu Null setzen. Ab t_3 erzeugt das Messsystem so lange A/B-Inkrementale, bis die inkrementelle Position s_{AB} die physikalische Position des Sensorkopfes s_{act} , zum Zeitpunkt t_4 , erreicht hat. Damit kennt die Steuerung ab diesem Zeitpunkt die physikalische Position. Zwischen t_2 und t_4 werden alle Flanken mit dem minimalen Flankenabstand ausgegeben. Danach gibt das Messsystem normale Inkremente aus, die der physikalischen Bewegung s_{act} folgen.

Die Zeit für VH (t_{VH}) beträgt normalerweise einige Millisekunden und wird wie folgt bestimmt:

$$t_{VH} [\mu s] = \frac{\text{Messlänge} [\mu m] \times \text{minimaler Flankenabstand} [\mu s]}{\text{Auflösung} [\mu m/Ink]}$$

i Flankenabstand und Auflösung sind in der Betriebsanleitung des Sensors definiert.

Bis zum Zeitpunkt t_4 darf keine geregelte Bewegung durchgeführt werden.

Die Zeitdauer lässt sich reduzieren, wenn am Beginn des Messbereichs die Funktion *Preset* ausgeführt wird. Bei jedem Überfahren des Nullpunkts wird ein Z-Impuls ausgegeben.

Optionales Auslösen von VH durch einen Eingang

Optional (siehe Sensor Bedienungsanleitung) kann über den Differenz Eingang VH_{Req} eine virtuelle Referenzfahrt ausgelöst werden. Dazu muss dieser Eingang für t_{VH} high sein. In Bild 2-10 sind die zeitlichen Verhältnisse dargestellt: Bis zum Zeitpunkt t_2 folgt die s_{AB} Position mit einem Offset der physikalischen Position s_{act} . Der Offset ist undefiniert, so lange noch kein Z-Impuls übertragen wurde. Zum Zeitpunkt t_0 werde der Eingang VH_{Req} high. Nachdem zum Zeitpunkt t_1 die Zeit t_{VH} abgelaufen ist, beginnt nach $t_{VHstart_delay}$ zum Zeitpunkt t_2 die virtuelle Referenzfahrt mit den gleichen zeitlichen Verhältnissen wie in Bild 2-10.

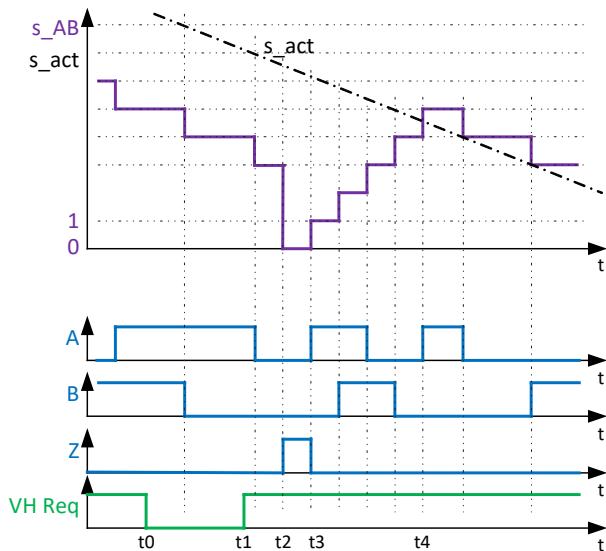


Bild 2-10: Nutzung des Eingangs VH_{Req}

Beim Einschalten des Sensors werden Inkremente der virtuellen Referenzfahrt VH ausgegeben (siehe Bild 2-9 auf Seite 14). Zusätzlich werden diese Inkremente bei jedem Anfordern von VH_{Req} (siehe Bild 2-10) ausgegeben.

Busy Signal statt Z-Signal

Als weitere Option (siehe Sensor-Bedienungsanleitung) kann ein Busy-Signal anstelle des Z-Signals ausgegeben werden. Daran kann die Steuerung erkennen, zu welchem Zeitpunkt die virtuelle Referenzfahrt abgeschlossen ist. Die zeitlichen Verhältnisse sind in Bild 2-11 dargestellt. Die virtuelle Referenzfahrt dauert wie in Bild 2-10 von t_2 bis t_4 . Beim Überfahren der Nullposition wird kein erneutes VH-Busy-Signal ausgegeben.

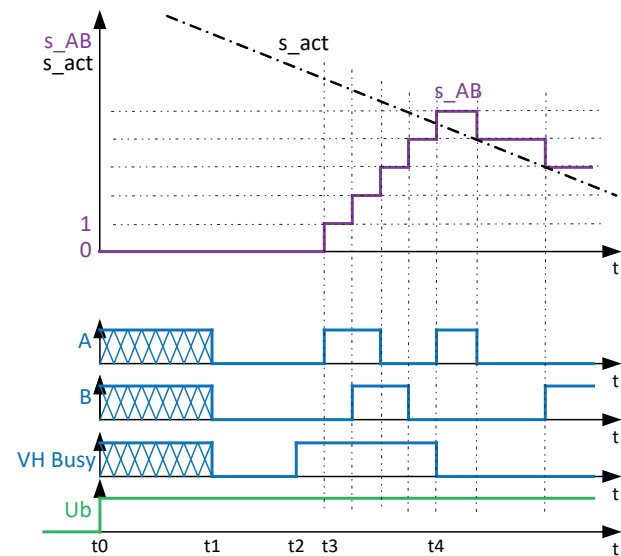


Bild 2-11: Betriebsart "VHBusy"

Fehlerverhalten Tri-State

Wenn der Sensor einen Fehler entdeckt, schaltet er seine Ausgänge hochohmig. Die Steuerung kann diesen Zustand als Kabelbruch erkennen.

Wenn der Fehler nicht mehr ansteht, verhält sich der Sensor ähnlich wie beim Einschalten. Das zeitliche Verhalten ist in Bild 2-9 oder Bild 2-11 dargestellt. Der Fehlerfall ist zum Zeitpunkt t_1 beendet. Ein Fehler tritt insbesondere beim Herausfahren aus dem Maßkörper auf. Beim Einfahren in den Maßkörper ist der Fehler wieder beseitigt. Es findet eine virtuelle Referenzfahrt statt.

Gründe für eine virtuelle Referenzfahrt

Bei folgenden Bedingungen wird VH (t_2 bis t_4 in Bild 2-9...Bild 2-11) durchgeführt:

- Nach dem Einschalten
- Wenn der Sensor nach einem Fehler wieder in den normalen Betriebszustand zurückkehrt
- Auf Anforderung durch den Eingang VH_{Req}
- Nach Ausführen der Funktion *Preset*

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.6 Analoge Schnittstelle sin/cos (1Vpp)

i Wenn das 1Vpp-Signal in Verbindung mit der IO-Link-Schnittstelle genutzt wird, können durch die IO-Link-Signale hohe Gleichtakteile eingekoppelt werden. Diese müssen von der Auswerteschaltung kompensiert werden.

i Für eine korrekte Funktion muss das Sinussignal $+A (+\sin) - (-A (-\sin))$ und das Cosinussignal $+B (+\cos) - (-B (-\cos))$ richtungsabhängig ausgewertet werden.

i Die Bedeutung der Signale (sin, cos, A, B) ist bei verschiedenen Steuerungsherstellern unterschiedlich. Signale mit der Steuerungsdokumentation abgleichen und entsprechend verdrahten.

i Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

Bei den analogen Sinus- und Cosinussignalen $+A (+\sin)$, $-A (-\sin)$, $+B (+\cos)$ und $-B (-\cos)$ sowie dem optionalen Referenzsignal $+Z$ und $-Z$ wertet die Steuerung die Differenz der Signalamplituden aus:

$$\begin{aligned} A(\sin) &= +A (+\sin) - (-A (-\sin)) \\ B(\cos) &= +B (+\cos) - (-B (-\cos)) \\ Z &= +Z - (-Z) \end{aligned}$$

Dann interpoliert die Steuerung (z. B. mit dem Faktor 1000) aus den Signalen die genaue Position innerhalb einer Periode (Bild 2-12). Dieser interpolierte Wert wird als Feinlage bezeichnet. Bei einer Bewegung über mehrere Perioden zählt die Steuerung auch die Anzahl der Perioden.

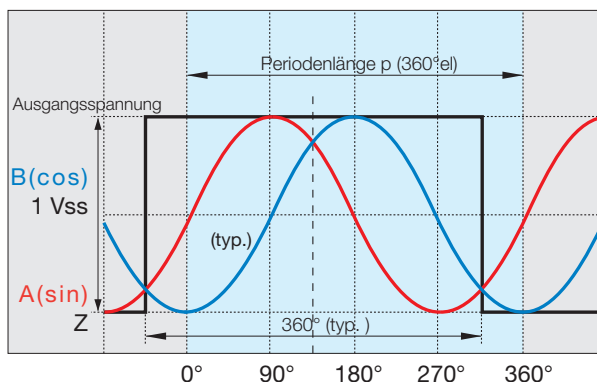


Bild 2-12: Signale der sin/cos-Schnittstelle (1Vpp), Vorwärtsbewegung entspricht ansteigendem Winkel

Der Sensor überträgt die Messgröße als analoges Sinus-Cosinus-Differenzsignal mit einer Amplitude von ca. $1 V_{SS}$ (Spitze-Spitze-Wert, 0,5...1,35 V). Die Periodenlänge p ist in der Sensoranleitung beschrieben. Wenn der Sensor außerhalb des spezifizierten Arbeitsbereichs ist, reduziert sich die Spannung. Der Z-Impuls ist nicht bei jedem Sensor vorhanden. Er ist in der Anleitung des Sensors beschrieben.

Schaltungsvorschlag bei Gleichtaktstörungen

Durch Einkopplungen von Gleichtaktstörungen kann es vorkommen, dass die analoge Schnittstelle gestört wird. Das Schaltungsbeispiel in Bild 2-13 zeigt eine Filterschaltung mit einem differentiellen Operationsverstärker für einen Kanal.

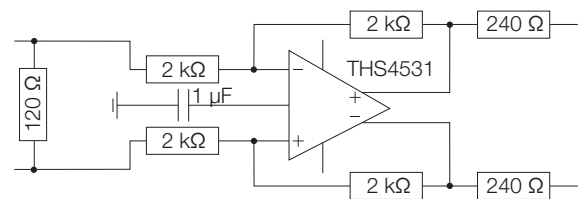


Bild 2-13: Filterschaltung mit einem differentiellen Operationsverstärker für einen Kanal.

2.6.1 Polperiodischer Referenzpunktfunktion

Hier wird das Referenzpunktsignal Z in jeder Periode ausgegeben. Aus technischen Gründen ist der High-Bereich des Z -Signals etwas kürzer als 180° . Es ist aber immer noch am Schnittpunkt von $A(\sin)$ und $B(\cos)$ (135°) high. Falls das die Steuerung falsch interpretieren würde, kann die Phase des sin/cos-Signals gemäß Kapitel 2.6.2 entsprechend verschoben werden.

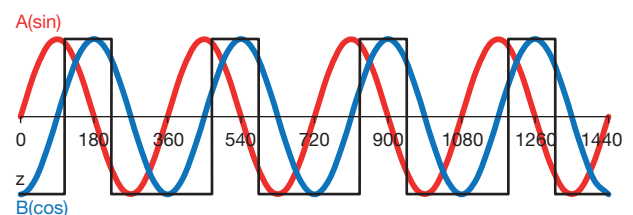


Bild 2-14: Signale der polperiodischen Referenzpunktfunktion

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.6.2 Ändern des Phasenbezugs von A(sin), B(cos), Z

Standardmäßig werden die 6 Ausgangssignale des BML (+A(+sin), -A(-sin), +B(+cos), -B(-cos), +Z, -Z) mit den zugehörigen Eingängen der Steuerung (+si, -si, +co, -co, +z, -z) verbunden. Es sei $s = (+si) - (-si)$ und $c = (+co) - (-co)$.

Der zugehörige Signalverlauf als Funktion des Wegs ist in Bild 2-15 dargestellt. Dabei ist z immer an der gleichen Position.

Manche Steuerungen verlangen einen anderen Phasenbezug zwischen den s-, c- und dem z-Signal. Durch Tauschen der 4 s- und c-Signale lässt sich der Phasenbezug um ein Vielfaches von 90° verschieben.

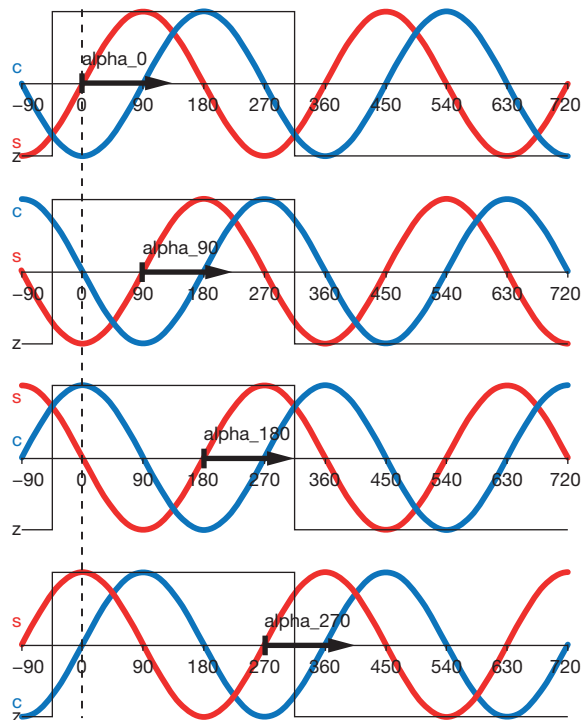


Bild 2-15: Vier verschieden Phasenbezüge für s, c und z

In Bild 2-16 ist der Verdrahtungsbereich R für die Verhältnisse von Bild 2-15 $\alpha = 0$ dargestellt. Der Verdrahtungsbereich R für die anderen α kann Tab. 2-3 entnommen werden.

+A(+sin)		+si
-A(-sin)		-si
BML	R	Steuerung
+B(+cos)		+co
-B(-cos)		-co

Bild 2-16: Verdrahtungsbereich für $\alpha = 0$

In Tab. 2-3 sind die Signalbeziehungen für die 4 Fälle $\alpha = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ dargestellt.

alpha	0°	90°	180°	270°
s =	A(sin)	B(cos)	-A(sin)	-B(cos)
c =	B(cos)	-A(sin)	-B(sin)	A(sin)
R =				

Tab. 2-3: Signalbeziehung und Verdrahtungsbereich bei verschiedenen α

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.6.3 Enhanced Preset

Manche absolute BML erlauben die Änderung des Bezugs vom sin/cos-Signal zum absoluten Positionswert. Dies ermöglicht die Anpassung des sin/cos an das Bezugssystem (ähnlich wie in Kapitel 2.6.2).

Verschiedene Steuerungshersteller schreiben einen unterschiedlichen Phasenbezug vor: mit jeder Periode des sin/cos-Signals ändert sich die absolute Position um die Periodenlänge. Wenn bei einem System mit z. B. 2 mm Periodenlänge die absolute Position 10000 mm, 12000 mm, 14000 mm... beträgt, ist der Winkel des sin/cos-Signals immer gleich. Dieser Winkel lässt sich mit der Funktion *Enhanced Preset* einstellen. In Bild 2-17 ist der Winkelbezug zwischen dem sin/cos-Signal und der absoluten Position für verschiedene Winkel des *Enhanced Preset* dargestellt. Die möglichen Winkel sind in der BML-Betriebsanleitung definiert.

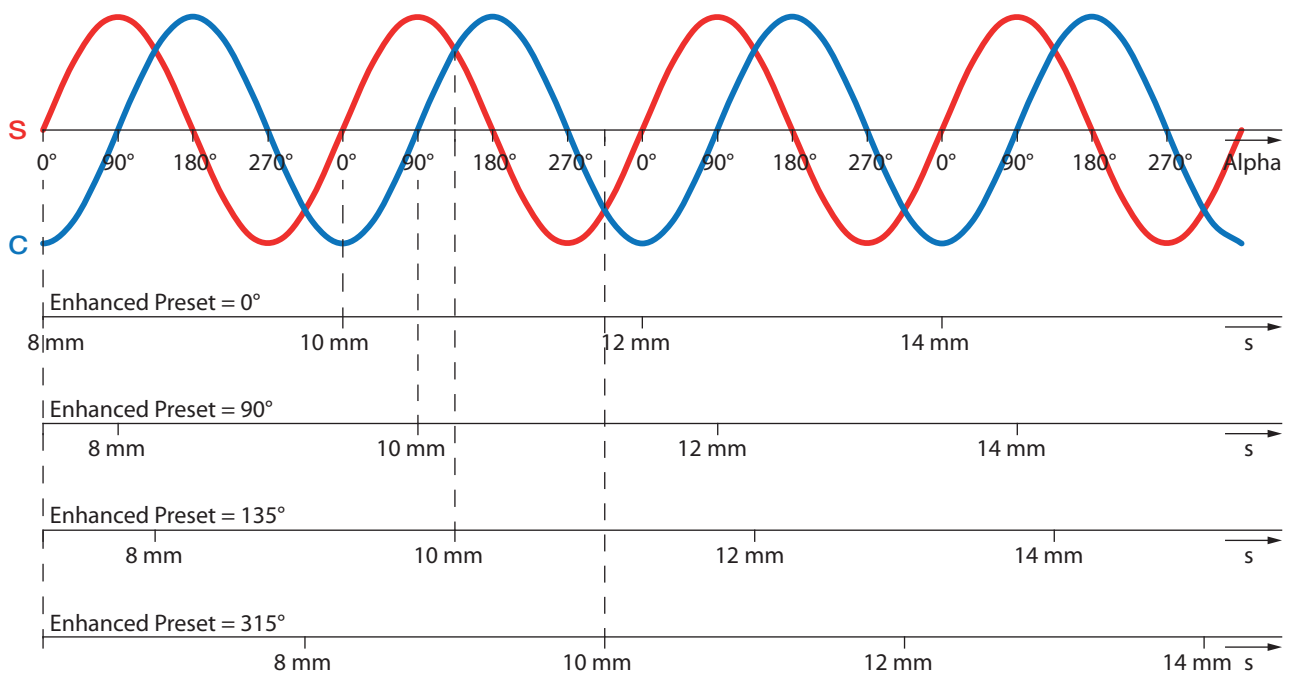


Bild 2-17: Winkelbezug zwischen dem sin/cos-Signal und der absoluten Position für verschiedene Winkel des *Enhanced Preset*

2.7 Analoge Schnittstelle sin/cos (1Vpp) für funktionale Sicherheit

Die Positionsauswertung der G-Schnittstelle muss wie bei der sin/cos-Schnittstelle (1Vpp) erfolgen.

2.7.1 Allgemeine Hinweise

BML-Sensoren mit G-Schnittstelle können in sicherheitsgerichteten Anwendungen bis zu Safety Integrity Level 2 (SIL 2) gemäß EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508 bzw. Performance Level d (PL d) gemäß EN ISO 13849-1 eingesetzt werden.

Die Sensoren der Produktreihe *BML mit G-Schnittstelle* stellen die Sicherheitsfunktion *Sicherer Inkrementalwert* bereit. Hierzu ist eine sichere Auswertung und Übertragung der inkrementellen Groblageinformation des Messsystems über die analoge sin/cos-Schnittstelle implementiert. Für sicherheitsbezogene Anwendungen, die die Funktion *Sicherer Inkrementalwert* nutzen, darf nur die aus der Quadrantenerkennung von A und B gewonnene Groblage genutzt werden.

Einige Sensoren der Produktreihe *BML mit G-Schnittstelle* stellen ebenfalls eine Sicherheitsfunktion *Sicherer Absolutwert* bereit. Hierzu wird der absolute Positionswert unsicher generiert und unsicher übertragen. Sie werden aber durch eine übergeordnete Plausibilisierung gegen die sichere relative Groblageinformation zu einem sicheren Absolutwert mit der Genauigkeit der relativen Groblageinformation aufgewertet (siehe Kapitel 2.7.3 auf Seite 20). Die weiteren Sensorschnittstellen (BiSS, SSI, IO-Link, RS422, HTL...) dürfen nicht für sich alleine in sicherheitsgerichteten Anwendungen genutzt werden!

Für einen sicheren Betrieb muss der Sensor in einer sicheren Gesamtanwendung betrieben werden. Der Anwender muss dazu die gesamte Sicherheitskette der Sicherheitsfunktion betrachten (z. B. Verwendung einer Sicherheitssteuerung), um den erreichten SIL und PL zu bestimmen.

Es sind mehrere Balluff BML-Sensoren mit G-Schnittstelle verfügbar und im Dokument *BML-SIL-2-Sensoren* (Dok Nr. 934186) aufgelistet.



Das Dokument *BML-SIL-2-Sensoren* (Dok Nr. 934186) kann im Internet unter www.balluff.com oder per E-Mail bei service@balluff.de angefordert werden.



Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

Zusätzlich zu diesen Hinweisen die Hinweise aus der jeweiligen Sensoranleitung beachten.

2.7.2 Auswertung der sicheren inkrementellen G-Schnittstelle

Aus den vier Signalen +A (+sin), -A (-sin), +B (+cos), -B (-cos) werden die Differenzsignale A und B wie folgt gebildet:

$$A = +A (+\sin) - (-A (-\sin))$$

$$B = +B(+\cos) - (-B (-\cos))$$

Für sicherheitsbezogene Anwendungen, die die Funktion *Sicherer Inkrementalwert* nutzen, darf nur die aus der Quadrantenerkennung von A und B gewonnene Groblage genutzt werden. Dabei dürfen die Triggerlevel für die Quadrantenerkennung höchstens ± 100 mV sein.

Die Sicherheitssteuerung muss die Fehlererkennung durch eine Bestimmung und Überwachung der Zeigerlänge (Z) der zwei Differenzsignale nach folgendem Algorithmus durchführen:

$$Z = \sqrt{(A^2 + B^2)}$$

Die Zeigerlänge Z muss mindestens mit einer Frequenz von 500 kHz bestimmt werden. Dabei muss die Zeigerlänge Z auf die Grenzen $Z_U = 0,25$ V und $Z_O = 0,675$ V überwacht werden. Falls diese Grenzen über- oder unterschritten werden, muss ein sicherer Zustand des Gesamtsystems innerhalb der Prozesssicherheitszeit herbeigeführt werden.

Ein im Sensorkopf entstandener Fehler lässt sich spätestens nach einer Bewegung um eine Periode über die Zeigerlängenüberwachung erkennen.

Die Auswerteschaltung muss so dimensioniert werden, dass die Zeigerlänge bei der maximalen Verfahrgeschwindigkeit (Oberflächengeschwindigkeit) v_{\max} und der entsprechenden Periodenlänge p der Anlage bestimmt werden kann.

Die maximale Frequenz der Signale A und B kann wie folgt bestimmt werden:

$$f_{\max} = v_{\max} / p$$

Die maximal auftretende Frequenz bei der Quadrantenbestimmung errechnet sich wie folgt:

$$f_{\max} = 4 \times v_{\max} / p$$

Für die sicherheitsgerichtete Auswertung dürfen nur die Quadranten der sin/cos-Signale genutzt werden. Eine Interpolation der sin/cos-Signale ist für den sicheren Pfad nicht zulässig. Für die Regelung von Antrieben außerhalb einer Sicherheitsfunktion können die interpolierten sin/cos-Signale (Feinlage) jedoch genutzt werden.

2.7.3 Auswertung *Sicherer Absolutwert* in Verbindung mit der G-Schnittstelle

Die nicht sicher erzeugte absolute Position (BiSS C, SSI, IO-Link...) der seriellen Schnittstelle kann in Verbindung mit der sicheren inkrementellen G Schnittstelle als sicherer Absolutwert ausgewertet werden.

Dazu sind folgende Voraussetzungen nötig:

- Vor der Verwendung der Sicherheitsfunktion *Sicherer Absolutwert* muss bei der Erstinbetriebnahme des Messsystems eine initiale Referenzpunktfahrt auf eine bekannte physikalische Position durchgeführt werden, um die echte absolute Position zu erkennen.
- Bei der Verwendung der Sicherheitsfunktion *Sicherer Absolutwert* müssen die gemessenen absoluten Positionswerte kontinuierlich mit der vom Sensor bereitgestellten Inkrementalposition verglichen werden. Bei einer Abweichung zwischen Relativposition und Absolutposition ist der Absolutwert als potentiell fehlerbehaftet zu betrachten und darf in keiner Sicherheitsfunktion genutzt werden. Das sichere Inkrementalsignal kann in diesem Fall aber weiterhin als nicht fehlerbehaftet betrachtet werden. Um das Absolutsignal wieder als nicht fehlerbehaftet betrachten zu können, muss die initiale Referenzfahrt wiederholt werden.
- Bei der Verwendung der Sicherheitsfunktion *Sicherer Absolutwert* darf die absolute Position höchstens mit der Genauigkeit der Quadranten des sin/cos-Signals, d. h. mit $\frac{1}{4}$ Periode des sin/cos-Signals sicher ausgewertet werden.

Nach dem Aus- und Wiedereinschalten bestehen zwei Möglichkeiten um einen Fehler im nicht sicheren Absolutwert zu erkennen:

Möglichkeit 1

Der Anwender muss sicherstellen, dass die Anlage im ausgeschalteten Zustand keine Positionsänderung erfährt und die korrekte Umsetzung dieser Anforderung durch geeignete Maßnahmen zur Fehlervermeidung (z. B. Durchführung einer FMEA) absichern. Zudem muss er beim Ausschalten des Messsystems den letzten gemessenen absoluten Positionswert sicher persistent abspeichern. Beim Wiedereinschalten des Messsystems muss der aktuelle Wert des absoluten Positionswerts gemessen werden und mit dem zuvor sicher gespeicherten Wert verglichen werden. Bei einer Abweichung zwischen gespeichertem und neuem Wert ist der Absolutwert als potentiell fehlerbehaftet zu betrachten und darf in keiner Sicherheitsfunktion genutzt werden. Das sichere Inkrementalsignal kann in diesem Fall aber weiterhin als nicht fehlerbehaftet betrachtet werden.

Um das Absolutsignal wieder als nicht fehlerbehaftet betrachten zu können, muss die initiale Referenzfahrt wiederholt werden.

Möglichkeit 2

Der Anwender muss sicherstellen, dass die Anlage im ausgeschalteten Zustand keine Positionsänderung um mehr als $\pm\frac{1}{4}$ Periode (entspricht ± 1 Quadrant) erfährt und die korrekte Umsetzung dieser Anforderung durch geeignete Maßnahmen zur Fehlervermeidung (z. B. Durchführung einer FMEA) absichern. Zudem muss der Anwender bei der Erstinbetriebnahme der Anlage die Lage der Quadrantenwechsel des sicheren Inkrementalsignals relativ zum Absolutsignal für beide Verfahrrichtungen sicher abspeichern.

Beim Wiedereinschalten des Messsystems muss der aktuelle Wert des absoluten Positionswerts gemessen werden und mit dem sicheren Inkrementalsignal anhand der initial ermittelten Lage der Quadrantenwechsel verglichen werden. Der Wert des sicheren Absolutsignals muss im selben Quadranten liegen, der anhand des sicheren Inkrementalsignals gemessen wird. Bei einer Abweichung des erkannten Quadranten zwischen Inkremental- und Absolutsignal muss der Absolutwert als potentiell fehlerbehaftet betrachtet werden und darf in keiner Sicherheitsfunktion genutzt werden. Das sichere Inkrementalsignal kann in diesem Fall aber weiterhin als nicht fehlerbehaftet betrachtet werden.

Um das Absolutsignal wieder als nicht fehlerbehaftet betrachten zu können, muss die initiale Referenzfahrt wiederholt werden.

2.7.4 Sicherheitsanforderungen für den elektrischen Anschluss

Der Sensor muss durch ein PELV-Netzteil gespeist werden. Die Differenzsignale A (zwischen +A (+sin) und -A (-sin)) und B (zwischen +B (+cos) und -B (-cos)) müssen mit je $120 \Omega \pm 10\%$ belastet werden.

Es muss sichergestellt werden, dass an den sin/cos-Signalen keine Fremdeinspeisung erfolgen kann. Dies betrifft z. B. den Einsatz von Y-Kabeln, die korrekte Kabelverlegung, Nutzung geeigneter Stecker usw.

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.7.5 Nutzung

Montage

Es muss sichergestellt sein, dass der Sensorkopf und der Maßkörper über die gesamte Lebensdauer unter den tatsächlichen Umgebungsbedingungen sicher befestigt sind. Eine korrekte Auslegung und Maßnahmen zur Fehlervermeidung sind z. B. durch die Durchführung einer FMEA abzusichern. Montage- und Servicepersonal ist entsprechend zu unterweisen.

Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme muss das Messsystem zunächst ohne Motor bewegt werden und die Plausibilität des Messsystems geprüft werden (z. B.: entspricht der gemessene Weg von 1 m tatsächlich einem Fahrweg von 1 m?). Hierbei muss der gesamte Fahrweg abgefahren werden.

Im zweiten Schritt muss der gesamte Fahrweg motorisch abgefahren werden. Es darf keine Auffälligkeiten bei der Bewegung (große Beschleunigung an bestimmter Position oder großes Geräusch an bestimmter Position) geben. Wenn das Verhalten nicht plausibel ist, muss der Positionswert als fehlerhaft betrachtet werden.

Betrieb

Das *Proof Test Interval* ist der Sensoranleitung zu entnehmen.

Außerbetriebnahme

Bei der Außerbetriebnahme des BMLs sicherstellen, dass die Sicherheitsfunktion weiterhin gewährleistet ist.

Verhalten im Fehlerfall

Bei gefährbringenden Zwischenfällen in sicherheitsgerichteten Anwendungen die Serviceabteilung des Herstellers kontaktieren!

Auswahl an Sicherheitsfunktionen

Im Folgenden ist eine Auswahl von Sicherheitsfunktionen gemäß EN 61800-5-2 aufgeführt, für deren Realisierung BML-Sensoren mit G-Schnittstelle genutzt werden können. Für die Umsetzung der Sicherheitsfunktion muss der Sensor in einer sicheren Gesamtanwendung betrieben werden. Der Anwender muss dazu die gesamte Sicherheitskette der Sicherheitsfunktion betrachten (z. B. Verwendung einer Sicherheitssteuerung mit geeignetem Sicherheitsprogramm).

a) Sicherer Betriebshalt (Safe operating stop, SOS)

Nach Erreichen des Stillstandes zum Zeitpunkt t_1 wird der Antrieb geregelt in der Position gehalten.

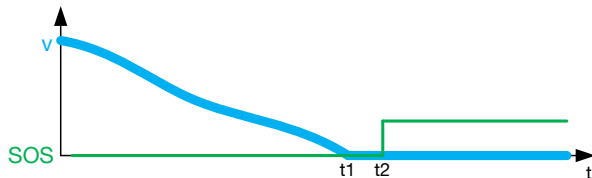


Bild 2-18: Weg-Zeit-Diagramm für Sicherer Betriebshalt

b) Sicherer Stopp 1 (Safe stop 1, SS1)

Mit dem Trigger zum Zeitpunkt t_1 , z. B. Not-Aus, wird der Antrieb schnell stillgesetzt. Zum Zeitpunkt t_2 wird der Antrieb drehmoment- bzw. kraftfrei geschaltet.

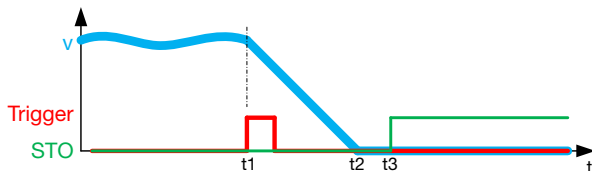


Bild 2-19: Weg-Zeit-Diagramm für Sicherer Stopp 1

c) Sicherer Stopp 2 (Safe stop 2, SS2)

Mit dem Trigger zum Zeitpunkt t_1 , z. B. Not-Aus, wird der Antrieb schnell stillgesetzt. Danach wird der Antrieb auf die Position geregelt.

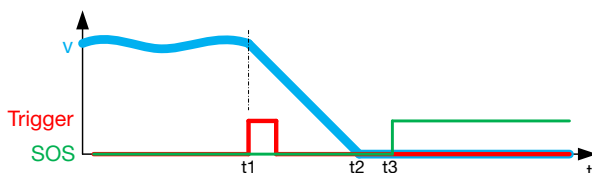


Bild 2-20: Weg-Zeit-Diagramm für Sicherer Stopp 2

d) Sicher begrenzte Geschwindigkeit (Safely-limited speed, SLS)

Hier wird überwacht, ob der Antrieb eine bestimmte Drehzahl oder Geschwindigkeit unterschreitet. Dies ist in Bild 2-21 ab t_1 der Fall.

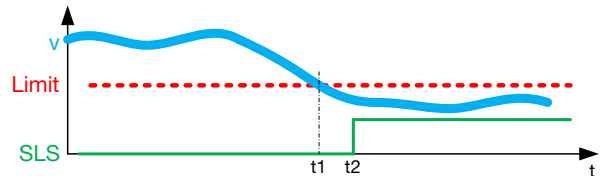


Bild 2-21: Weg-Zeit-Diagramm für Sicher begrenzte Geschwindigkeit

e) Sichere Geschwindigkeitsüberwachung (Safe speed monitor, SSM)

Es wird ein Signal erzeugt, wenn die Drehzahl/Geschwindigkeit des Antriebs unterhalb einer bestimmten Grenze ist. In Bild 2-22 ist das von t_1 bis t_2 und von t_3 bis t_4 gegeben.

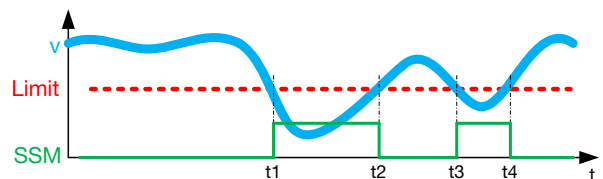


Bild 2-22: Weg-Zeit-Diagramm für Sichere Geschwindigkeitsüberwachung

f) Sichere Bewegungsrichtung (Safe direction, SDI)

Der Antrieb wird auf eine Bewegungsrichtung überwacht.

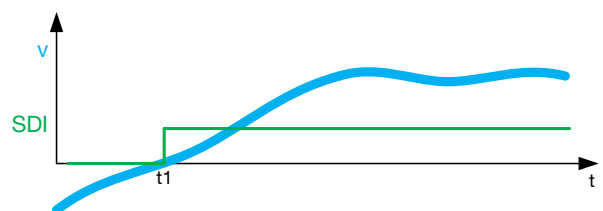


Bild 2-23: Weg-Zeit-Diagramm für Sichere Bewegungsrichtung

g) Sicher begrenzte Position (Safely-limited position, SLP)

Es wird überwacht, ob der Antrieb einen definierten Verfahrbereich nicht verlässt. Dies ist in Bild 2-24 zwischen t_1 und t_2 gegeben.

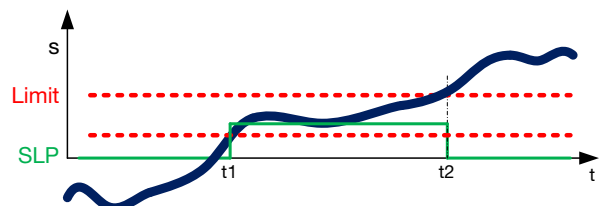


Bild 2-24: Weg-Zeit-Diagramm für Sicher begrenzte Position

2

Schnittstellen (Fortsetzung)

2.8 Digitale Schnittstelle A/B/Z (RS422/HTL)

2.8.1 Digitales inkrementelles Messsystem

Der Sensor überträgt die Messgröße als differentielles Spannungssignal (RS422) oder als Betriebsspannungsspiegel (HTL) an die Steuerung (je nach Variante). Der Flankenabstand A/B entspricht der Auflösung des Sensorkopfes.

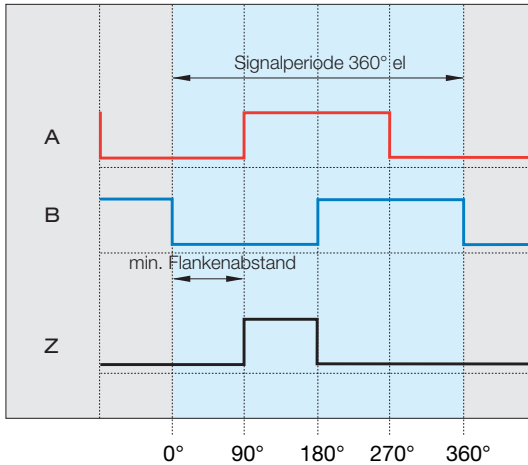


Bild 2-25: Digitale Ausgangssignale bei Vorwärtsbewegung

Der minimal mögliche Abstand zwischen zwei Flanken, oder auch die minimale Breite des Z-Signals, ist der minimale Flankenabstand, der bei der Bestellung des Sensorkopfes definiert werden muss. Die auswertende Steuerung muss diesen Flankenabstand erkennen können.

Jeder Flankenwechsel von A oder B bedeutet eine Positionsänderung um 1 Inkrement (4-fach-Auswertung). In Bild 2-12 sind alle möglichen Zustände dargestellt. Bei jeder Flanke steht in der Zeile *Inkrement*, ob es sich um ein positives oder ein negatives Inkrement handelt.

In der Zeile *Zählerstand* ist der daraus resultierende Zählerstand, beginnend mit 40, dargestellt. Die Bewegungsrichtung wird in der Zeile *Bewegungsrichtung* mit vorwärts bzw. rückwärts angegeben.

Das Zählen von nur einem Signal reicht zur Positionsbestimmung nicht aus.

Die Steuerung kennt zu jedem Zeitpunkt die Inkrementgenaue Position, ohne den Sensor periodisch abfragen zu müssen (Echtzeitfähigkeit).

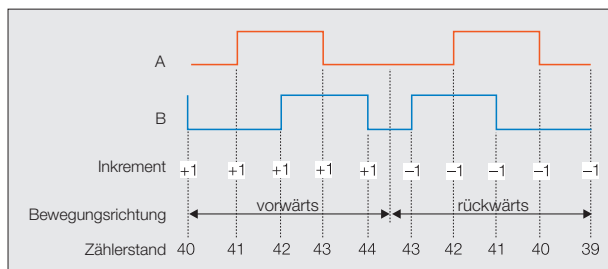


Bild 2-26: Ausgangssignale BML mit Periodenzähler bei 4-fach-Auswertung in der Steuerung

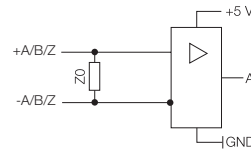


Bild 2-27: Schaltung Folgeelektronik (RS422)

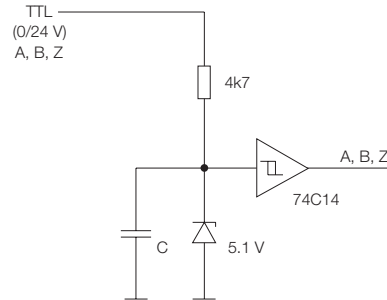


Bild 2-28: Schaltung Folgeelektronik (HTL)



Wenn der Sensor mit einer von der Auswertelektronik getrennten Spannung versorgt wird, muss der GND (die Masse) dieser Spannung mit dem GND der Auswertelektronik verbunden werden.

In Bild 2-13 und 2-14 sind Schaltungsbeispiele der Auswertefolgeelektronik für die RS422- und HTL-Schnittstelle dargestellt.

Der Abschlusswiderstand Z_0 bei RS422 ist in der Sensoranleitung beschrieben. Er sollte genutzt werden, um Störungen zu vermeiden.

2.8.2 Zusammenhang zwischen maximaler Verfahrensgeschwindigkeit, Auflösung und Flankenabstand



Wichtig!

- Die Steuerung muss die in den Tabellen des Sensorkopfes (siehe z. B. Tab. 2-4 und Tab. 2-5) angegebenen minimalen zeitlichen Flankenabstände zählen können (Zählfrequenz der Steuerung beachten!).
- Der min. Flankenabstand kann wegen des internen Interpolationsverfahrens sogar im Stillstand auftreten.
- Immer die nächst höhere Verfahrensgeschwindigkeit oder den nächst längeren min. Flankenabstand wählen, sonst können bei der Auswertung durch die Steuerung Fehler bei der Messwertbestimmung entstehen.

min. Flankenabstand	V_{max} entsprechend Flankenabstand und Auflösung			
	Auflösung			
	1 μm	2 μm	5 μm	10 μm
0,11 μs	5 m/s	10 m/s	20 m/s	20 m/s
0,26 μs	2 m/s	4 m/s	10 m/s	20 m/s
0,42 μs	1 m/s	2 m/s	6 m/s	12 m/s
0,94 μs	0,6 m/s	1,2 m/s	3 m/s	6 m/s
1,8 μs	0,3 m/s	0,6 m/s	1,6 m/s	3,2 m/s
3,5 μs	0,15 m/s	0,3 m/s	0,79 m/s	1,5 m/s
7 μs	0,079 m/s	0,15 m/s	0,39 m/s	0,79 m/s
14 μs	0,039 m/s	0,079 m/s	0,19 m/s	0,38 m/s
21 μs	0,026 m/s	0,052 m/s	0,13 m/s	0,26 m/s

Tab. 2-4: Beispiel einer Auswahltable für max. Verfahrensgeschwindigkeit, Auflösung und min. Flankenabstand

Aus dem min. Flankenabstand bestimmt sich die min. Zählfrequenz, die die Auswertung beherrschen muss: Minimale Zählfrequenz = 1/ Minimaler Flankenabstand
Entsprechend muss die Abtastfrequenz den doppelten Wert der Zählfrequenz haben.

Die Signalfrequenz der A- und B-Signale beträgt $\frac{1}{4}$ der minimalen Zählfrequenz. Die Verhältnisse sind in Tab. 2-5 dargestellt.

Min. Flankenabstand [μs]	Min. Zählfrequenz [kHz]	Min. Abtastfrequenz [kHz]	Signalfrequenz [kHz] Grundschwingung
0,11	9091	18182	2273
0,26	3846	7692	962
0,42	2381	4762	595
0,94	1064	2128	266
1,80	556	1111	139
3,50	286	571	71
7,00	143	286	36
14,00	71	143	18
21,00	48	95	12

Tab. 2-5: Beispiel einer Tabelle zum minimalen Flankenabstand

Geeigneten Sensor für die vorhandene Steuerung ermitteln:

Beispiel (siehe Tab. 2-4):

Annahmen:

- Ihre Steuerung kann einen min. Flankenabstand von 0,5 μs erkennen. Falls es keinen Sensor mit diesem min. Flankenabstand gibt, wählen Sie einen Sensor mit größerem Flankenabstand.
- Die max. Verfahrensgeschwindigkeit des Systems soll 1 m/s betragen.

Ermittlung des geeigneten Sensors:

- Sie benötigen einen Sensor mit min. Flankenabstand 0,94 μs
- Um max. 1 m/s fahren zu können, wählen Sie den Typ mit der Auflösung 2 μm

Geeignete Steuerung für den vorhandenen Sensor ermitteln

Welche max. Zählfrequenz muss die Steuerung haben?
Die Periode des Eingangssignals ist der 4-fache Flankenabstand.

Die max. Frequenz des Eingangssignals beträgt dann $1/(4 \times \text{Flankenabstand})$.

Beispiel:

Bei Flankenabstand von 0,94 μs beträgt die max. Frequenz des Eingangssignals $1/(4 \times 0,94 \mu\text{s}) = 266 \text{ kHz}$.
Die max. Zählfrequenz bei einer 4-fach Auswertung = $1/\text{Flankenabstand} = 1/0,94 \mu\text{s} = 1,064 \text{ MHz}$.

Aus dem minimalen Flankenabstand bestimmt sich die minimale Zählfrequenz, die die Auswertung beherrschen muss zu minimale Zählfrequenz = 1/minimaler Flankenabstand.

Entsprechend muss die Abtastfrequenz den doppelten Wert der Zählfrequenz haben.

Die Signalfrequenz der A- und B- Signale beträgt $\frac{1}{4}$ der Minimalen Zählfrequenz. Die Verhältnisse sind in Tab. 2-2 dargestellt.

Checkliste für die Inbetriebnahme und im Servicefall

- Maßkörper gemäß FMEA befestigt?
- Orientierung Maßkörper zu Sensorkopf korrekt?
- Optional: Abdeckband aufgebracht?
- Sensorkopf gemäß FMEA befestigt? Eingestelltes Drehmoment: _____
- Sensorkopf korrekt elektrisch angeschlossen?
- Versorgungsspannung korrekt?
- Ausgangssignale pol- und phasenrichtig angeschlossen?
- Alle Stecker verschraubt?
- Kabel am Sensorkopf zugentlastet?
- Kabel so verlegt, dass möglichst wenig Störungen von anderen Leitungen eingekoppelt werden?
- Maximaler Abstand zwischen Sensorkopf und Maßkörper über gesamten Bewegungsbereich nicht überschritten?
- Seitlicher Versatz zwischen Sensorkopf und Maßkörper über gesamten Bewegungsbereich nicht überschritten?
- 120-Ω-Abschlusswiderstand zwischen den Differenzsignalen +sin/–sin und +cos/–cos angeschlossen/aktiviert?
- Funktionsprüfung mit manueller Bewegung: kommen alle Signale +sin, –sin, +cos, –cos amplituden- und phasenrichtig in der Steuerung an?
- Richtung der elektrischen Signale korrekt?
- Zeigerlängenbestimmung $Z = \sqrt{A^2 + B^2}$ aktiviert?
- Funktionsprüfung: motorische Bewegung bei maximaler Geschwindigkeit?
- Wird Zeigerlänge bei maximaler Verfahrensgeschwindigkeit korrekt bestimmt?

Interfaces for BML Magnetic Encoder System

Basic Information



www.balluff.com

1	Notes to the user	4
1.1	Validity	4
1.2	Symbols and conventions	4
1.3	Abbreviations	4
1.4	Terms used	4
2	Interfaces	5
2.1	IO-Link interface	5
2.2	SSI interface	7
2.2.1	Principle	7
2.2.2	Faulty SSI query	8
2.2.3	Display/controller for SSI	8
2.3	BiSS C interface	9
2.3.1	CRC	10
2.3.2	EDS	11
2.4	DRIVE-CLiQ interface	13
2.5	Absolute quadrature interface	14
2.6	Analog interface sin/cos (1Vpp)	16
2.6.1	Pole-periodic reference point function	16
2.6.2	Changing the phase relation of A(sin), B(cos), Z	17
2.6.3	Enhanced preset	18
2.7	Analog interface sin/cos (1Vpp) for functional safety	19
2.7.1	General information	19
2.7.2	Processing the safety incremental G-interface	19
2.7.3	Processing <i>safe absolute value</i> with a G-interface	20
2.7.4	Safety requirements for electrical connection	20
2.7.5	Use	21
2.8	Digital interface A/B/Z (RS422/HTL)	23
2.8.1	Digital incremental measuring system	23
2.8.2	Relationship between maximum movement speed, resolution and edge separation	24
3	Appendix	25
	Checklist for startup and service	25

1

Notes to the user

1.1 Validity

This manual describes electrical interfaces for the Balluff BML sensors and supplements the documentation for the sensor families.

The document describes the following interfaces:

- IO-Link
- SSI
- BiSS-C
- DRIVE-CLiQ
- absolute Quadrature
- Analog Sin/Cos (1Vpp)
- RS422/HTL A/B
- G-interface (functionally safe position signal)

Not all interfaces are available on every sensor. The possible interfaces and their specific parameters (levels, timing etc.) are described in the respective user's guides.

This guide is intended for qualified technical personnel. Read this guide before installing and operating the magnetic encoder system.

1.2 Symbols and conventions



Note, tip

This symbol indicates general notes.

1.3 Abbreviations

1Vpp	Incremental sin/cos Interface
BiSS	Bi-directional Synchronous Serial Interface
CDM	Control Data Master
CDS	Control Data Slave
CLK	Clock
CRC	Cyclic Redundancy Check
Data	Serial Data Signal
EDS	Electronic Data Sheet
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
EW event	Errors/warnings are transferred in the serial data set.
PL	Performance Level
SIL	Safety Integrity Level
SSI	Synchronous Serial Interface
VH	Virtual Reference Run (Virtual Homing)

1.4 Terms used

Absolute position	Measured position within the coordinate system of the known physical position
Known physical position	Uniquely defined position in the system in which for example a reference sensor or a mechanical end position defines the coordinate system of the absolute measured position.
True absolute position	Actual absolute position within the system
Fine position	Interpolated position value of the sin/cos interface, e.g. in 1/1000 of a period
Rough location	quadrant of the sin/cos interface
Initial homing move	Very first reference move to a known physical position
Uncertainly generated absolute value	The absolute value may not be used without a plausibility check against the safe incremental signal in safety applications.
Pointer length	Calculated pointer length determined from the four sin/cos signals

2

Interfaces

2.1 IO-Link interface

i IODD and XML file via download on the Internet at www.balluff.com or email to service@balluff.de.

i Additional information and descriptions of the protocol and profiles can be found at <https://www.io-link.com>.

General

IO-Link integrates conventional and intelligent sensors and actuators in automation systems and is intended as a communication standard below classic field buses. Field-bus-independent transfer uses communication systems that are already available (field buses or Ethernet-based systems).

IO-Link devices, such as sensors and actuators, are connected to the controlling system using a point-to-point connection via a gateway, the IO-Link master. The IO-Link devices are connected using commercially available unshielded standard sensor cables.

Communication is based on a standard UART protocol with a 24-V pulse modulation in half-duplex operation. This allows classic two- or three-conductor physics.

Protocol

With IO-Link communication, data are cyclically exchanged between the IO-Link master and the IO-Link device.

In this protocol, both process and required data, such as parameters or diagnostic data, is transferred. Process data are cyclically sent at the set cycle time. Transmission of required data may take several cycles.

IO-Link communication is initialized essentially by the master and the device responds to the master inquiries.

Cycle time

The cycle time (Master Cycle Time) is determined by the following two parameters: the minimum possible cycle time prescribed by the IO-Link device (Min Cycle Time) and the minimum cycle time of the master. The cycle time is automatically set by the master such that it corresponds to the capabilities of both components.

Protocol version 1.0 / 1.1

In protocol version 1.0, process data larger than 2 bytes was transferred spread over multiple cycles. From protocol version 1.1, all available process data is transferred in one frame. Thus, the cycle time (master cycle time) is identical to the process data cycle.

i The Balluff BML sensors correspond to protocol version 1.1. Operating the IO-Link device on an IO-Link master with protocol version 1.0 results in longer transfer times (process data cycle ~ amount of process data × master cycle time).

Index/Subindex

Parameter access is basically via the Index/Subindex. Various indices are defined by the IO-Link standard. For example indices for system commands, identification and parameter management are prescribed. In addition Balluff defines its own indices. These can be found in the user's guide for the respective sensor or in the IODD.

Parameter management

A parameter manager that enables device parameters to be saved on the IO-Link master is defined in protocol version 1.1. When exchanging an IO-Link device, the parameter data of the previous IO-Link device can be taken over. The operation of this parameter manager is dependent on the IO-Link master and is explained in the corresponding description.

Error messages

The following error messages are stored for failed parameterization:

Error code	Error message
0x8011	Index not available
0x8012	Subindex not available
0x8020	Service temporarily not available
0x8030	Value out of range
0x8033	Parameter length overrun
0x8034	Parameter length underrun
0x8036	Function temporarily unavailable
0x8040	Invalid parameter set
0x8082	Application not ready

Tab. 2-1: IO-Link specification error messages

2

Interfaces (continued)

IODD

The device parameters, makeup of the process data and the device properties are mapped in the IODD. One IODD is uniquely assigned to each DeviceID and represents the specific associated data model.

The information stored in the IODD can be used in the customer application to simplify use. The same information is also printed as text in the user's guide.

Smart Sensor Profile

The *Smart Sensor Profile* determines the functions and parameters that an IO-Link sensor must support. Devices which correspond to the profile support identification data and metadata for the process data.

Smart Sensor Profile Ed. 2

The *Smart Sensor Profile Ed. 2* increases the compatibility between IO-Link sensors and various manufacturers. Sensors of a particular profile type have a unique process data structure.

2

Interfaces (continued)

2.2 SSI interface

RS422 differential signal

i If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

Suggested circuit for processing:

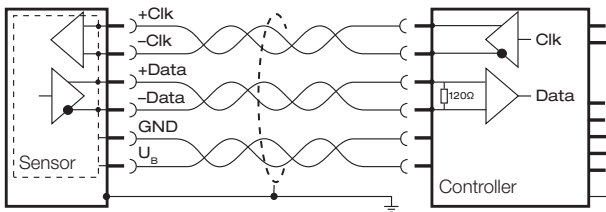


Fig. 2-1: Wiring example for a sensor with controller

i The wires for Clk, Data and Power must be in twisted pairs (see Fig. 2-1).

Clock pulses may only be sent when there is power to the measuring system.

i The data output of the sensor must be loaded with 120 Ω, otherwise incorrect measurements may result.

2.2.1 Principle

SSI stands for Synchronous Serial Interface and describes a digital synchronous interface with a differential clock line and a differential data line.

With the first **falling** clock edge (trigger time), the data word to be output is buffered in the sensor head. Data output takes place with the first rising clock edge, i.e. the sensor supplies a bit to the data line for each rising clock edge. In doing so, the line capacities and delays of drivers t_v when querying the data bits must be taken into account in the controller.

The max. clock frequency f_{Clk} depends on the cable length. The t_m time, also called monoflop time, is started with the last falling edge and is output as the low level with the last rising edge. The data line remains at low until the t_m time has elapsed. Afterwards, the sensor is ready again to receive the next clock packet.

i The meaning of the bits and relationship between maximum cable length and clock rate is described in the guide for the sensor.

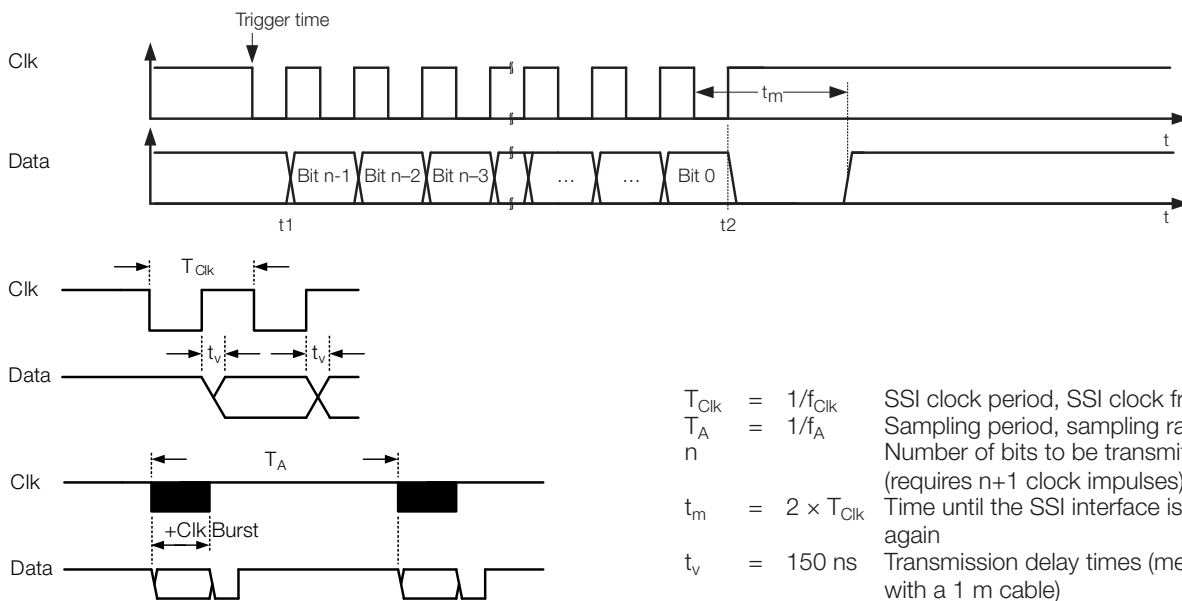


Fig. 2-2: Signals with SSI interface

Bit n-1	Bit n-2	...	Bit 1	Bit 0	Dec value
0	0		0	1	1
0	0		1	0	2
0	0		1	1	3

Tab. 2-2: Value of the sent bits for binary transmission

2

Interfaces (continued)

2.2.2 Faulty SSI query

Clocking too fast

i This error is described in the guide for the sensor.

Underclocking

If there are too few clock edges, the current data level will be maintained for the time t_m after the last negative edge from +Clk. If, however, another positive edge occurs within the t_m time, the next bit will then be output. If the t_m time has expired, the +Data output goes high. The high level is maintained until the next clock burst.

Overclocking

If there are too many clock edges, the data output will switch to low after the correct number of cycles has been completed. With each additional negative edge of +Clk the t_m time is restarted. The +Data output switches back to high after the time t_m has elapsed.

Calculated resolution adjustment

Intentional over- and underclocking allows the calculated resolution of the sensor to be doubled or halved.

Example

Assume the sensor has a resolution of $1\ \mu\text{m}$ and the number of bits is 25.

- The data bit for the 25th Clk has a value of $1\ \mu\text{m}$
- The data bit for the 24th Clk has a value of $2\ \mu\text{m}$
- The data bit for the 23rd Clk has a value of $4\ \mu\text{m}$
- etc.

If the controller only outputs 24 clock pulses, the sensor can only output $2\text{-}\mu\text{m}$ increments. To the controller it appears the sensor has a resolution of $2\ \mu\text{m}$. In other words for a travel distance of 1 mm the position does not change by 1000 increments, but rather by only 500 increments.

If the controller outputs too many clock pulses, the calculated resolution of the sensor is reduced.

- The data bit for the 25th Clk has a value of $1\ \mu\text{m}$
- The data bit for the 26th Clk is null and has a value of $1/2\ \mu\text{m}$
- The data bit for the 27th Clk is null and has a value of $1/4\ \mu\text{m}$
- etc.

If the controller outputs 27 clock pulses, to the controller it appears the sensor has a resolution of $1/4\ \mu\text{m}$. When traveling over 1 mm the position changes by 4000 increments in 4-increment steps.

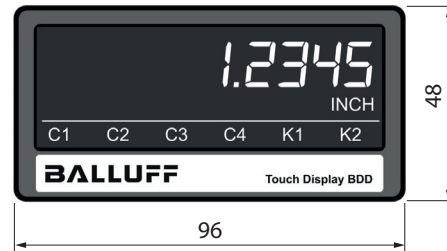
If a controller does not support the configurable number of bits, a different clock count can be used. To ensure correct processing of the measured value the resolution per bit must be adjusted.

2.2.3 Display/controller for SSI

The following display units are available for the SSI interface:

BDD Touch Display

Order code: BAE010N



Housing depth 105 mm

- SSI master (see Fig. 2-3) or slave interface (see Fig. 2-4)
- 2 programmable relay outputs
- 8 directional switching points possible
- Multi-color display



Fig. 2-3: Use as SSI master

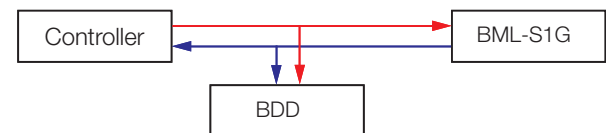


Fig. 2-4: Use as slave

2

Interfaces (continued)

2.3 BiSS C interface



i The XML file can be obtained at www.balluff.com or via email to service@balluff.de.

RS422 differential signal

i If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

Suggested circuit for processing:

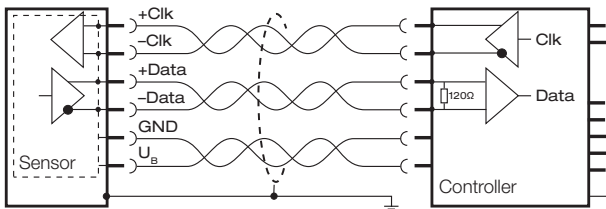


Fig. 2-5: Wiring example for a sensor with controller

i The wires for Clk, Data and Power must be in twisted pairs (see Fig. 2-5).

Clock pulses may only be sent when there is power to the measuring system.

i For further information, see: www.biss-interface.com.

i The data output of the sensor must be loaded with 120 Ω, otherwise incorrect measurements may result.

With the BiSS C interface, both position data and register data can be transmitted bi-directionally. The register data is transmitted parallel to the position data and has no effect on the system's measuring behavior. The Balluff BiSS C sensor heads can be connected to the controller via a point-to-point connection.

Transmission is CRC-secured, i.e. the controller can check if the data was received correctly. If the transmission has failed, the data can be discarded and requested again.

Transmission (as shown in Fig. 2-6) offers the following possibilities:

- An error and a warning bit are also transmitted.
- Secure bi-directional data transmission is always available (register communication).
- Runtime compensation of the clock and data line is possible. This makes it possible to use larger cable lengths or higher data rates.

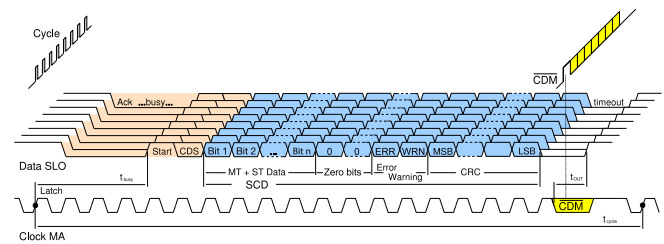


Fig. 2-6: Signal sequence for the BiSS C interface

- With the first **rising** edge (trigger time), the controller signals that it is requesting a value from the sensor head. The measurement value valid at this point is included in the data transmission later on.
- The sensor confirms the data request with the second rising edge of the clock by setting low on the data line.
- The time difference between the second rising edge of the clock and the first low of the sensor data line corresponds to the runtime of both signals. It appears with all further frame edges and can thus be compensated for in the controller. This makes it possible to use much longer cables or higher data rates than with SSI interfaces.
Example: Data with a clock rate of 1 MHz can be transmitted for example up to 400 m. Only around 20 m would be possible without runtime compensation.
- All further bits that the sensor transfers are output in the sensor at the next rising edge.
- The sensor prepares the data during t_{busy} . When preparation is complete, the sensor sets the data signal to high (start bit). Beginning with the CDS the sensor then send one bit of data with each clock cycle. The data bit is either the echo of the CDM bit which was received in the last data set or one bit of the requested register data.
- Then the data from Bit1 to Bitn are sent.
- An error bit and warning bit as well as the CRC follow.
- Register communication:
A bit can be transmitted by the controller to the sensor with each frame. To do this, the controller's clock signal is either set to high or low during t_m time (timeout = $2 \times t_{\text{Clk}}$). The sensor recognizes it as a high or low bit (CDM) and mirrors it in the CDS bit in the next frame. As a result, the controller can detect if the bit was recognized correctly (secure transmission).

2

Interfaces (continued)

- By transmitting one bit per frame, various addresses in the sensor can be read and written using several frames. Further information on errors or warnings are also available there. Customer data can also be saved and read (see Fig. 2-6).

2.3.1 CRC

To ensure the integrity of the data, a cyclic redundancy check (abbreviated CRC) is used in the controller. Here, a check value is calculated for the transmitted data in both the sensor and controller and then compared. If both values are identical, the data has been transmitted correctly. If they are different, the data has been transmitted incorrectly and the position value must be requested again.

The controller is parameterized as follows:

CRC: 6 bits (transferred inverted)

The counter polynomial for CRC determination is 0x43 (hex), 67 (dec) or 1000011 (bin).

Uni-directional BiSS C

Only the data is transmitted from the measuring system to the controller. No additional information can be or is transmitted (such as register communication with BiSS C).

Uni-directional signal position/logics for BiSS C:

The time sequence of the individual bits is shown in Fig. 2-7.

CDS/CDM is always high, then come bits 1 to n. Then an error and a warning bit are transmitted. The error and warning bit in the data set is active low. If no error or warning is present, both bits are high.

i The meaning/value of the bits is shown in Tab. 2-2 on page 7.

Bi-directional BiSS C

With the BiSS C interface, as with the SSI interface, errors and warnings (EW events) are transferred in the serial data set. Additionally, the type of event can also be queried via register communication.

The error and warning bits are, as with uni-directional interfaces, transferred in the serial data stream after the position data and before the CRC. In Fig. 2-6 the timing is shown. The error and warning bit in the data set is transferred as active low. If no error or warning is present, both bits are high.

Error byte, warning byte:

Using the register data, the controller can read the exact error or warning causes. The error byte is located at the BiSS register address 0x48 and the warning byte at BiSS register address 0x49. There, different error and warning causes are coded bit by bit.

i The meaning of the error and warning bits is described in the user's guide for the sensor.

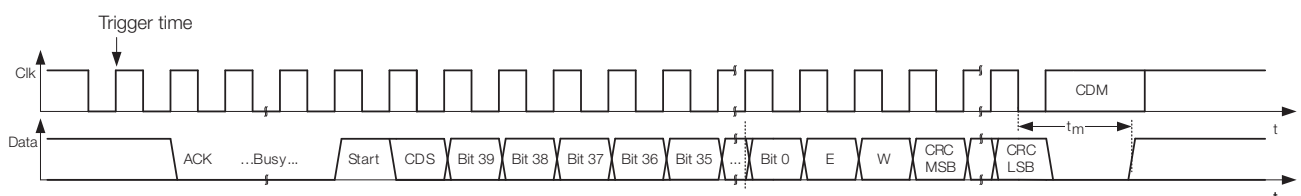


Fig. 2-7: BiSS C interface signals (uni-directional)

2

Interfaces (continued)

2.3.2 EDS

EDS, electronic data sheet, user area:

This BiSS C function allows the customer to permanently store and/or read out, byte by byte, any user-specific data in the EEPROM user area of the sensor via register communication.

The entire EEPROM address space is divided into three areas:

– **Hidden**

The user has no access.

– **Read Only** (EDS area)

This area is read-only. This area contains the *Electronical Datasheet* (EDS) stored on the device. It provides device information about the communication parameters and the active device profile of the sensor. The device profile contains information about the measurement properties. In general the following properties can be read out:

- Type of sensor
- Accuracy of the sensor
- Length and meaning of the process data
- Timing requirements
- Limit value requirements for the voltage supply.

– **Read/Write** (user area)

Here a certain number of bytes are available in individual banks of 64 bytes each (see user's guide for sensor). Mechanical assembly data for the sensor head, the assembly date, order designation for the sensor, etc. can be stored here.



Additional information about the individual profiles can be found at <http://biss-interface.com>.

The BiSS register address space (0x00...0x7F) is divided into two areas:

1. A **selectable bank range** (0x00...0x3F), which depending on the selected bank maps various EEPROM ranges.

Fig. 2-8 shows the relationship between BiSS-C register address space and EEPROM address space. The currently visible EEPROM address range can be selected by the bank at BiSS-C register address 0x40. The contents of the selected bank is mapped in register address range 0x00...0x3F.

Depending on the bank either no access, read-only access or read/write access is possible.

2. A **fixed area** which is always accessible in write and read mode (0x40 to 0x7F). This area can be used to select the bank that is to be edited.

The following information can be read out:

- Sensor warnings and errors
- Bank at which the electronical data sheet begins
- Currently selected bank

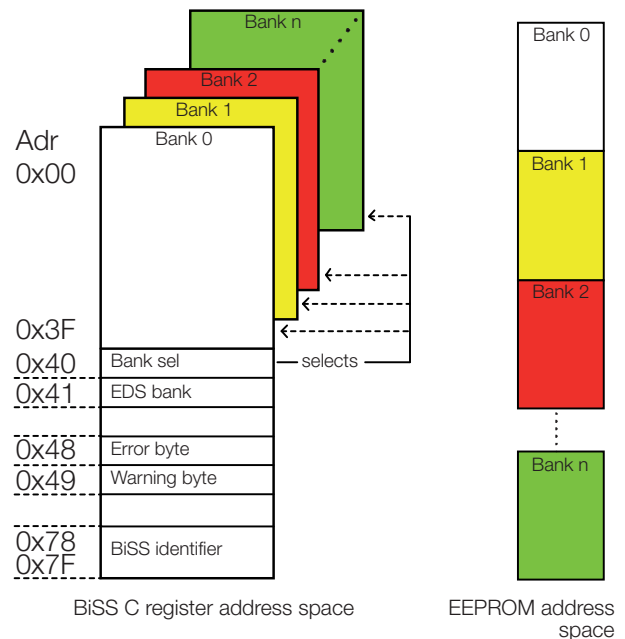


Fig. 2-8: BiSS C register address space

2

Interfaces (continued)

To read and write the user area, the configuration must first be read out from the EDS:

At BiSS C register address 0x41, the EDS bank is read out. The value from address 0x41 is then entered in register address 0x40 (bank selection). Afterwards, the following information is available:

- Address 0x00 the EDS version,
- Address 0x01 the number of EDS banks,
- Address 0x02 the beginning of the user area bank
- Address 0x03 the last user area bank.

In the user area, any data can be read and written. This data is stored permanently in the EEPROM. The user area can be used freely and data can be stored freely on the various banks: ASCII or binary-coded, plain text or encrypted, with or without CRC protection.

After a user area bank is entered at the address 0x40, any data in address space 0x00...0x3F can be read and written. With a different user area bank, other data can be written and read at the same addresses 0x00...0x3F without overwriting the data from the other banks. The data stored in the user area are always available, even after the system has been switched off and back on.

If other banks outside the user area are to be written to, an error message occurs.

For the following example, this syntax is used:

```
n      = [0x41]      Writing of n with the contents of
                        address 41 (hex)
[0x40] = 7           Writing of value 7 to the
                        address 0x40 (hex)
```

Example for writing and reading three bytes in two user banks:

Reading out of the EDS (reading of the definition of the user area)

```
n      = [0x41]      (EDS begins at bank n, here e.g. 1)
[0x40] = n          (EDS bank is selected)
num    = [0x01]      (Number of EDS banks is read,
                        e.g. 8)
User_beg = [0x02]    (Beginning of the user area is read,
                        e.g. 0x09)
User_last = [0x03]   (Last user area bank is read,
                        e.g. 0x0F)
```

Writing of the user area

```
[0x40] = User_beg   (Select first user area bank, here
                        0x09)
[0x00] = 0x11       (Enter any value in the first address of
                        the first bank)
[0x3F] = 0x1F       (Enter any value in the last address of
                        the first bank)
...
[0x40] = User_beg+1 (Select second user area bank)
[0x00] = 0x21       (Enter any value in the first address of
                        the second bank)
```

Optional Power off/on

Reading the written user area

```
[0x40] = User_beg   (Select first user area bank)
n      = [0x00]      (n changes to 0x11, above value)
...
[0x40] = User_beg+1 (Select second user area bank)
n      = [0x00]      (n changes to 0x21, above value)
...
```



The data format and meaning of the individual bits is defined via the XML file, using the BiSS identifier. The BiSS identifier is described in the guide for the sensor. Download this XML file from www.balluff.com or request it via e-mail to service@balluff.de.

2

Interfaces (continued)

2.4 DRIVE-CLiQ interface

DRIVE-CLiQ is a high-performance capable (internal) Ethernet-based communication interface for Siemens SINAMICS systems which enables both acyclic and cyclical data exchange. With a transmission rate of up to 100 MBit/s DRIVE-CLiQ has the performance required for control applications. DRIVE-CLiQ can link all kinds of drive-related components such as sensors, actuators etc. to the controller.

The interface offers the following advantages:

- Automatic configuration using an electronic part label
- Low configuration effort
- Fast and simple diagnostics
- Simple and uniform wiring

Detailed information on setup and error handling can be found in the Siemens document *SINAMICS List Manual* (for errors and alarms see Section 4).



The Siemens document *SINAMICS List Manual* can be found at <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109763271>.

2

Interfaces (continued)

2.5 Absolute quadrature interface

i If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

The absolute quadrature interface uses the incremental digital A/B interface with Z-signal to send the absolute position when power is turned on. This gives a conventional incremental controller absolute functionality. No changes to the controller are necessary. No homing move is necessary and the absolute position is always available.

The absolute quadrature interface is compatible with the digital incremental A/B/Z interface. The user must select the desired resolution and minimum edge separation (see Tab. 2-4 on page 24) which is appropriate for the controller. This will give the maximum travel speed or rpm's for rotary applications. The relationship can be seen in the respective tables in the sensor user's guide. Tab. 2-4 on page 24 shows and example.

The sensor evaluates the signals as per Fig. 2-26 on page 23 and determines from that the s_{AB} position.

Switch-on behavior

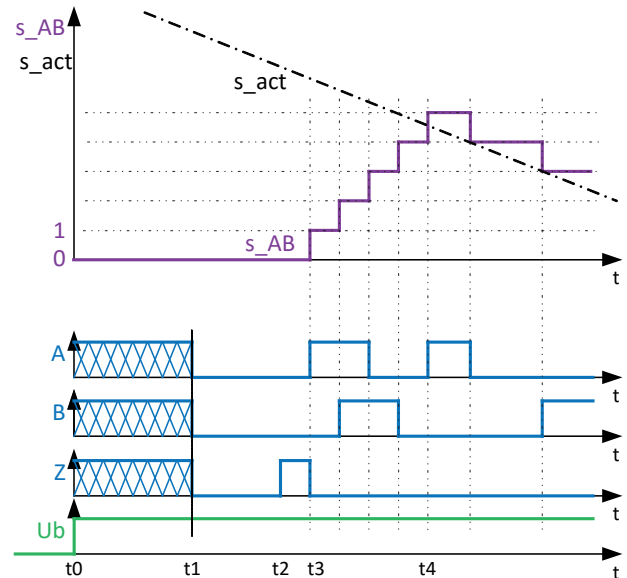


Fig. 2-9: Switch-on behavior

The exact timing at switch-on is described in Fig. 2-9: The sensor carries out a move corresponding to s_{act} . When power is turned on at time t_0 all outputs are high impedance. At time t_1 , after the switch-on delay, the outputs are low impedance and the start delay $t_{VHstart_delay}$ begins. It lasts until time t_2 . Now the virtual homing move VH begins. A Z-pulse is output between t_2 and t_3 . The controller must use this to set its internal position counter to zero. Beginning with t_3 the measuring system generates A/B increments until the incremental position of the sensor head s_{AB} has reached the physical position of the sensor head s_{act} , at time t_4 . From this point on the controller knows the physical position. Between t_2 and t_4 all edges are output with the minimum edge separation. Then the measuring system outputs *normal* increments which follow the physical movement s_{act} .

The time for VH (t_{VH}) is normally several milliseconds and is determined as follows:

$$t_{VH} [\mu s] = \frac{\text{Measuring length } [\mu m] \times \text{minimum edge separation } [\mu s]}{\text{Resolution } [\mu m/Inc]}$$

i Edge separation and resolution are defined in the user's guide for the sensor.

Up to time t_4 no controlled movement is permitted.

The time duration can be reduced by running the function *Preset* at the beginning of the measuring range.

Each time the null point is crossed a Z-pulse is output.

Optional triggering of VH by an input

Optionally (see sensor user's guide) the differential input VH_{Req} can be used to trigger a virtual homing move. This requires that this input be high for t_{VH} . In Fig. 2-10 the timing is shown: Up to time t_2 the s_{AB} position follows the physical position s_{act} with an offset. The offset is undefined as long as no Z-pulse has been sent. At time t_0 the input VH_{Req} goes high. Once at time t_1 the time t_{VH} has expired, the virtual homing move begins after $t_{VHstart_delay}$ at time t_2 with the same timing as shown in Fig. 2-10.

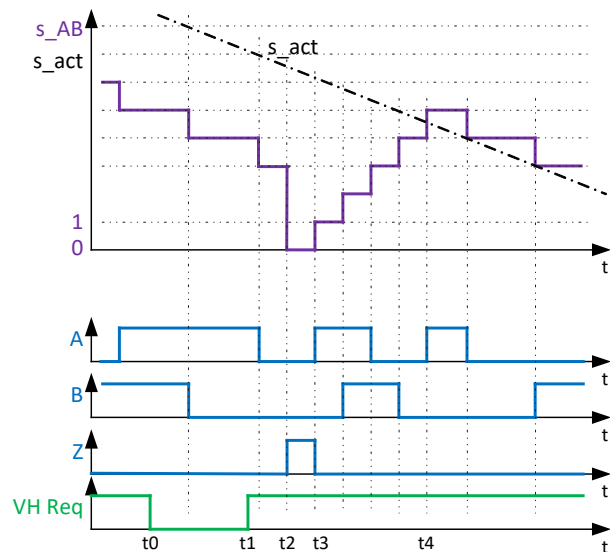


Fig. 2-10: Using input VH_{Req}

When the sensor is turned on, increments for the virtual homing move VH are output (see see Fig. 2-9 on page 14). These increments are also output each time VH_{Req} (see Fig. 2-10) is requested.

Busy Signal instead of Z-Signal

As another option (see user's guide for sensor) a Busy signal can be output instead of the Z-signal. This tells the controller at which point the virtual homing move has been completed. The timing is shown in Fig. 2-11. The virtual homing move takes the time shown in Fig. 2-10 from t_2 to t_4 .

Each time the zero position is crossed a new VH Busy signal is output.

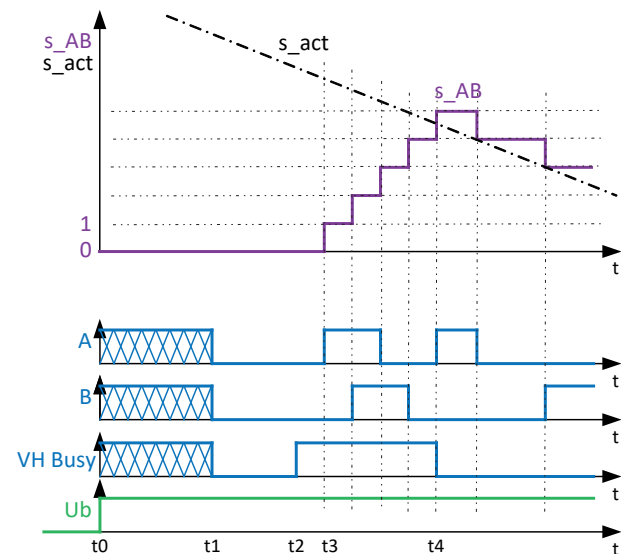


Fig. 2-11: "VHBusy" mode

Error response in tri-state

When the sensor detects an error it sets its output to high impedance. The controller can interpret this state as a cable break.

Once the error is no longer present the sensor behaves similarly to a switch-on. The timing is shown in Fig. 2-9 or Fig. 2-11. The error condition ends at time t_1 . An error will occur especially when moving out of the tape. Entering the tape corrects the error. There is no virtual homing move.

Reasons for a virtual homing move

VH (t_2 to t_4 in Fig. 2-9...Fig. 2-11) is carried out under the following conditions:

- After switch-on
- When the sensor resumes its normal operating state after an error
- When there is a request by the input VH_{Req}
- After running the function *Preset*

2 Interfaces (continued)

2.6 Analog interface sin/cos (1Vpp)

- i** If the 1Vpp signal is used together with the IO-Link interface, high common mode portions can be coupled using the IO-Link signals. These must be compensated by the processing circuit.

- i** For correct function, the sine signal +A (+sin) – (–A (–sin)) and the cosine signal +B (+cos) – (–B (–cos)) must be evaluated depending on the direction.

- i** The meaning of the signals (sin, cos, A, B) varies with the controller manufacturer. Matching signals to the controller documentation and wiring appropriately.

- i** If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

In the case of the analog sine and cosine signals +A (+sin), –A (–sin), +B (+cos) and –B (–cos) as well as the optional reference signal +Z and –Z the controller evaluates the difference between the signal amplitudes:

$$A(\sin) = +A(+\sin) - (-A(-\sin))$$

$$B(\cos) = +B(+\cos) - (-B(-\cos))$$

$$Z = +Z - (-Z)$$

Then the controller interpolates (e.g. using a factor of 1000) from the signals the exact position within a period (Fig. 2-12). This interpolated value is called the fine position. For a movement over several periods, the controller also counts the number of periods.

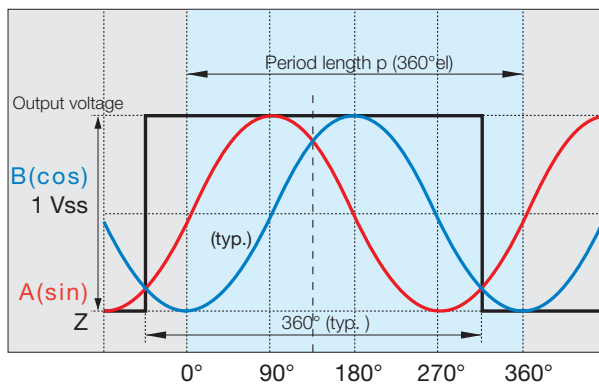


Fig. 2-12: Signals for the sin/cos interface (1Vpp), forward motion corresponds to increasing angle

The sensor sends the measurand as an analog sine-cosine differential signal with an amplitude of approx. 1 V_{pp} (peak-peak, 0.5...1.35 V). The period length p is described in the sensor user's guide. When the sensor is outside the specified working range the voltage is reduced. The Z-pulse is not present in every sensor. It is described in the sensor user's manual.

Wiring suggestion for common-mode interference

Common-mode interference coupling can cause faults on the analog interface. The wiring example in Fig. 2-13 shows a filtering circuit with a differential operational amplifier for one channel.

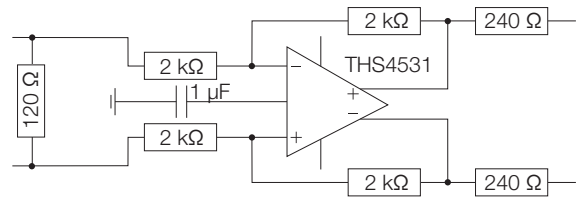


Fig. 2-13: Filtering circuit with a differential operational amplifier for one channel.

2.6.1 Pole-periodic reference point function

Here the reference point signal Z is output in each period. For technical reasons the High range of the Z-signal is somewhat shorter than 180°. It is however always high at the intersection of A(sin) and B(cos) (135°). If the controller interprets this incorrectly, the phase of the sin/cos signal may be shifted as described in Section 2.6.2.

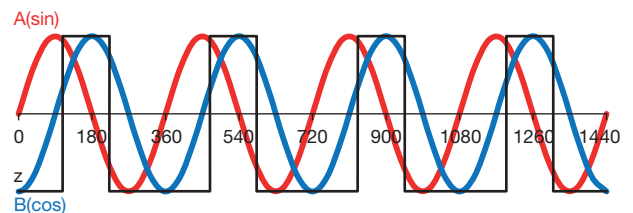


Fig. 2-14: Pole-periodic reference point function signals

2

Interfaces (continued)

2.6.2 Changing the phase relation of A(sin), B(cos), Z

As a standard the 6 output signals from the BML (+A(+sin), -A(-sin), +B(+cos), -B(-cos), +Z, -Z) are connected to the associated inputs on the controller (+si, -si, +co, -co, +z, -z). Unless $s = (+si) - (-si)$ and $c = (+co) - (-co)$.

The corresponding signal trace as a function of travel is shown in Fig. 2-15. z is always at the same position.

Some controllers require a different phase relation between the s-, c- and z-signal. By exchanging the 4 s- and c-signals the phase relation can be shifted at a multiple of 90°.

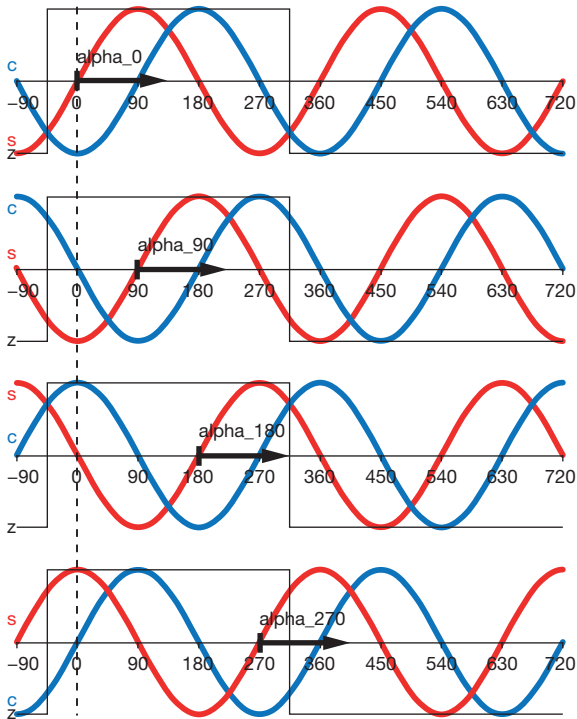


Fig. 2-15: Four different phase relations for s, c and z

Fig. 2-16 shows the wiring range R for the relations for Fig. 2-15 alpha = 0. The wiring range R for the other alphas can be seen in Tab. 2-3.

+A(+sin)	R	+si
-A(-sin)		-si
+B(+cos)		+co
-B(-cos)		-co
BML		Controller

Fig. 2-16: Wiring range for alpha = 0

Tab. 2-3 shows the signal relationships for the 4 cases alpha = 0°, 90°, 180°, 270°.

alpha	0°	90°	180°	270°
s =	A(sin)	B(cos)	-A(sin)	-B(cos)
c =	B(cos)	-A(sin)	-B(sin)	A(sin)
R =				

Tab. 2-3: Signal relationship and wiring range for various alphas

2

Interfaces (continued)

2.6.3 Enhanced preset

Some BMLs permit changing the relationship of the sin/cos signal to the absolute position value. This enables adapting the sin/cos to the reference system (similar to that shown in Section 2.6.2).

Various controller manufacturers prescribe different phase relations: for each period of the sin/cos signal the absolute position changes by the period length. If for example in a system having a 2 mm period length the absolute position is 10000 mm, 12000 mm, 14000 mm..., the angle of the sin/cos signal is always the same. This angle can be set using the *Enhanced Preset* function. Fig. 2-17 shows the angle relationship between the sin/cos signal and the absolute position for various angles of the *Enhanced Preset*. The possible angles are defined in the BML user's guide.

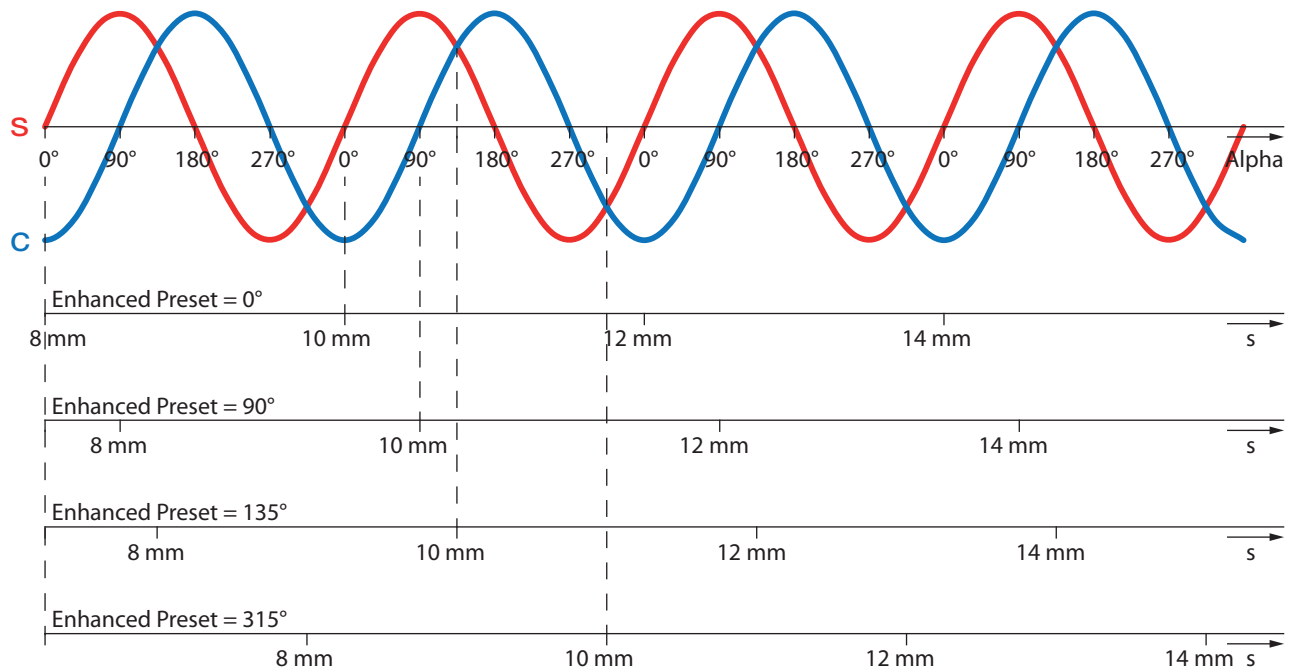


Fig. 2-17: Angle relationship between the sin/cos signal and the absolute position for various angles of the *Enhanced Preset*

2

Interfaces (continued)

2.7 Analog interface sin/cos (1Vpp) for functional safety

Position processing for the G-interface must be performed as for the sin/cos interface (1Vpp).

2.7.1 General information

BML sensors with the G-interface may be used in safety applications up to Safety Integrity Level 2 (SIL 2) per EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508 and Performance Level d (PL d) per EN ISO 13849-1.

Sensors from series *BML with G-interface* provide the safety function *safe incremental value*. Here safe processing and transmission of the incremental rough position information of the measuring system is implemented via the analog sine/cosine interface. For safety applications which use the function *safe incremental value* only the rough position obtained from the quadrant detection of A and B may be used.

Some sensors from series *BML with G-interface* also provide the safety function *safe absolute value*. Here the absolute position value is generated and transmitted without safety. However a higher level plausibility check is made between the safe relative rough position information and a safe absolute value with the accuracy of the relative rough position information (see Section 2.7.3 on page 20). The other sensor interfaces (BiSS, SSI, IO-Link, RS422, HTL...) may not be used alone in safety applications!

For safe operation the sensor must be used in a safe overall application. The user must consider the entire safety chain of the safety function (e.g. use of a safety controller) to determine the achieved SIL and PL.

Several Balluff BML sensors with G-interface are available which are listed in the document *BML-SIL-2 Sensors* (Doc No. 934186).

i The document *BML-SIL-2 Sensors* (Doc No. 934186) can be downloaded from the Internet at www.balluff.com or requested by email to service@balluff.de.

i If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

In addition to these instructions, refer also to the instructions from the respective user's guide.

2.7.2 Processing the safety incremental G-interface

From the four signals +A (+sin), -A (-sin), +B (+cos), -B (-cos) the differential signals A and B are formed as follows:

$$A = +A (+\sin) - (-A (-\sin))$$

$$B = +B(+\cos) - (-B (-\cos))$$

For safety applications which use the function *safe incremental value* only the rough position obtained from the quadrant detection of A and B may be used. The trigger levels for quadrature detection may be no higher than ± 100 mV.

The safety controller must perform the error detection by determining and monitoring the pointer length (Z) of the two differential signals using the following algorithm:

$$Z = \sqrt{(A^2 + B^2)}$$

The pointer length Z must be determined with a frequency of at least 500 Hz. The pointer length Z must be monitored for the limits $Z_u = 0.25$ V and $Z_o = 0.675$ V. If these limits are exceeded or undershot, a safe state of the overall system must be initiated within the process safety time.

An error occurring in the sensor can not be detected sooner than after a movement of one period using pointer length monitoring.

The evaluation circuit must be dimensioned such that the pointer length at maximum travel speed (surface speed) v_{max} and the corresponding period length p of the system can be determined.

The maximum frequency of the A and B signals can be determined as follows:

$$f_{max} = v_{max} / p$$

The maximum frequency for quadrature determination is calculated as follows:

$$f_{max} = 4 \times v_{max} / p$$

For safety processing only the quadrants of the sin/cos-signals may be used. Interpolation of the sin/cos signals is not permitted for the safe path. Sin/cos signals (fine position) may however be used for controlling drives outside of a safety function.

2.7.3 Processing *safe absolute value* with a G-interface

The unsafely generated absolute position (BiSS C, SSI, IO-Link...) for the serial interface can be processed as a safe absolute value together with the safe incremental G-interface.

The following requirements must be met:

- Before using the safety function *safe absolute value* an initial homing move to a known physical position must be made at the first startup of the measuring system in order to detect the true absolute position.
- When using the safety function *safe absolute value* the measured absolute position values must be continually compared with the incremental information provided by the sensor. At any deviation between relative position and absolute position the absolute value must be presumed to be faulty and may not be used in any safety function. The safe incremental signal can in this case still be considered as non-faulty. To be able to consider the absolute signal as not faulty again, the initial homing move must be repeated.
- When using the safety function *safe absolute value* the absolute position may be safely processed at best with the accuracy of the quadrants of the sine/cosine signal, i.e. to $\frac{1}{4}$ of a period of the sine/cosine signal.

After cycling power there are two ways to detect an error in the non-safe absolute value:

Possibility 1

The user must ensure that the system when turned off does not experience a position change and must ensure correct implementation of this requirement through suitable means of fault prevention (e.g. performing an FMEA). In addition, the last measured absolute position value must be persistently stored when the measuring system is turned off. When the measuring system is turned on again the current value of the absolute position value must be measured and compared with the previously stored value. At any deviation between stored position and the new value must be presumed to be potentially faulty and may not be used in any safety function. The safe incremental signal can in this case still be considered as non-faulty. To be able to consider the absolute signal as not faulty again, the initial homing move must be repeated.

Possibility 2

The user must ensure that the system when turned off does not experience a position change of greater than $\pm \frac{1}{4}$ of a period (corresponds to ± 1 quadrant) and must ensure correct implementation of this requirement through suitable means of fault prevention (e.g. performing an FMEA). In addition, at first startup of the system the user must safely store the location of the quadrant change of the safe incremental signal relative to the absolute signal for both travel directions.

When the measuring system is turned on again the current value of the absolute position value must be measured and compared with the safe incremental signal using the initially determined location of the quadrant change. The value of the safe absolute signal must lie in the same quadrant as measured using the safe incremental signal. At any deviation of the detected quadrant between incremental position and absolute signal the absolute value must be presumed to be potentially faulty and may not be used in any safety function. The safe incremental signal can in this case still be considered as non-faulty.

To be able to consider the absolute signal as not faulty again, the initial homing move must be repeated.

2.7.4 Safety requirements for electrical connection

The sensor must be powered by a PELV power supply. The differential signals A (between +A (+sin) and -A (-sin)) and B (between +B (+cos) and -B (-cos)) must be loaded each with $120 \Omega \pm 10 \%$.

It must be ensured that no external supply can affect the sin/cos signals. This pertains for example to the use of Y-cables, correct cable routing, use of appropriate connectors, etc.

2

Interfaces (continued)

2.7.5 Use

Installation

Ensure that the sensor head and tape are firmly attached over the entire service life under the actual ambient conditions. Correct layout and measures for fault prevention can be achieved for example by performing an FMEA. Notify installation and service personnel accordingly.

Startup

At initial startup the measuring system must first be moved without the motor and the plausibility of the measuring system checked (e.g. does the measured travel of 1 m actually correspond to a travel of 1 m?). This requires the entire travel distance to be covered.

In the second step the entire travel distance is covered using the motor. There should be no anomalies in the movement (great acceleration at a particular position or large noise at a particular position). If the behavior is not plausible, the position value must be presumed to be faulty.

Operation

The *Proof Test Interval* can be found in the sensor user's guide.

Decommissioning

When decommissioning the BML ensure that the safety function remains assured.

Fault behavior

When hazardous events occur in safety applications always contact the service department of the manufacturer!

2

Interfaces (continued)

Selecting safety functions

In the following some safety functions are listed according to EN 61800-5-2 which can be used to use BML sensors with the G-interface.

To implement the safety function the sensor must be used in a safe overall application. Here the user must take into consideration the entire safety chain of the safety function (e.g. use of a safety controller with appropriate safety program).

a) Safe operating stop (Safe operating stop, SOS)

After reaching a stop at time t_1 the drive is held in position in a controlled manner.

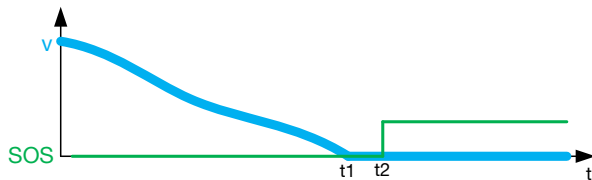


Fig. 2-18: Distance-time diagram for safe operating stop

b) Safe stop 1 (Safe stop 1, SS1)

With the trigger at time t_1 , e.g. E-Stop, the drive is rapidly stopped. At time t_2 the drive is made torque- and force-free.

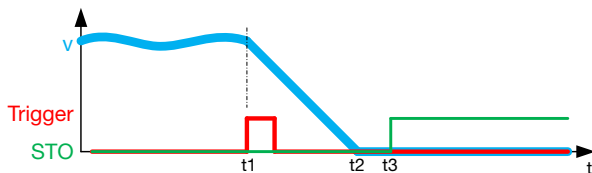


Fig. 2-19: Distance-time diagram for safe stop 1

c) Safe stop 2 (Safe stop 2, SS2)

With the trigger at time t_1 , e.g. E-Stop, the drive is rapidly stopped. The drive is then brought to the position.

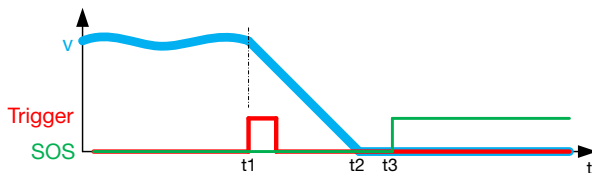


Fig. 2-20: Distance-time diagram for safe stop 2

d) Safely-limited speed (Safely-limited speed, SLS)

Monitors whether the drive is below a certain rpm or speed. This is the case in Fig. 2-21 starting at t_1 .

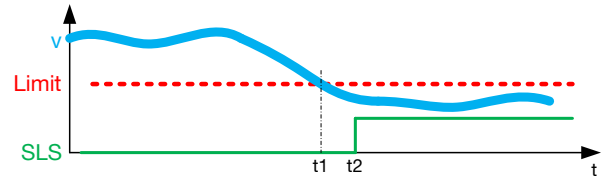


Fig. 2-21: Distance-time diagram for safely-limited speed

e) Safe speed monitor (Safe speed monitor, SSM)

A signal is generated when the rpm/speed of the drive is below a certain limit. In Fig. 2-22 this is true from t_1 to t_2 and from t_3 to t_4 .

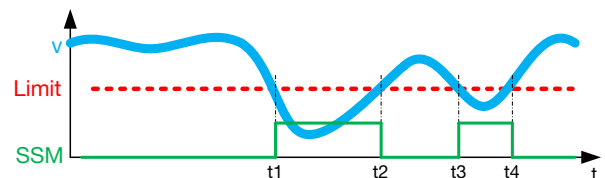


Fig. 2-22: Distance-time diagram for safe speed monitor

f) Safe direction (Safe direction, SDI)

The movement direction for the drive is monitored.

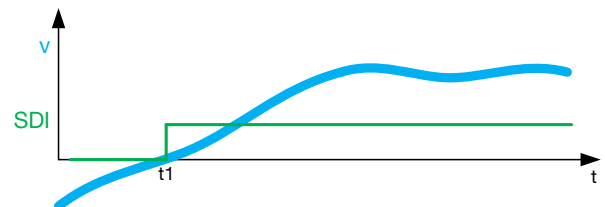


Fig. 2-23: Distance-time diagram for safe direction

g) Safely-limited position (Safely-limited position, SLP)

Monitors whether the drive leaves a defined travel range. This is the case in Fig. 2-24 between t_1 and t_2 .

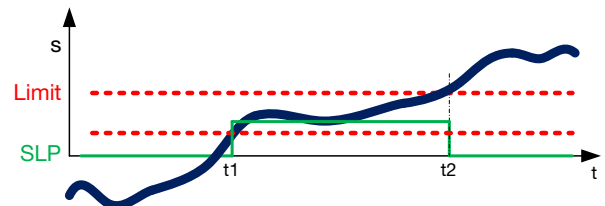


Fig. 2-24: Distance-time diagram for safely-limited position

2

Interfaces (continued)

2.8 Digital interface A/B/Z (RS422/HTL)

2.8.1 Digital incremental measuring system

The sensor transfers the measurement as a differential voltage signal (RS422) or as an operational voltage (HTL) to the controller (depending on the variant). The edge separation A/B corresponds to the resolution of the sensor head.

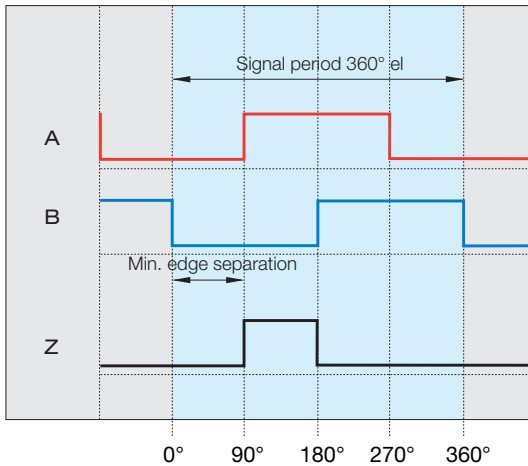


Fig. 2-25: Digital output signals for forward movement

The minimum possible distance between two edges, or also the minimum width of the Z-signal, is the minimum edge separation which must be defined when ordering the sensor. The processing controller must be able to detect this edge separation.

Every edge change of A or B means a position change of 1 increment (4x interpolation). In Fig. 2-12 all possible conditions are shown. For each edge change the *Increment* line shows whether it is a positive or negative increment.

The line *Counter state* is the resulting counter state, beginning with 40. The direction of motion is shown in the *Motion direction* line, also indicating forward or reverse.

Counting just one signal is not sufficient for position determination.

The controller knows the precise increment position at all times, without having to periodically query the sensor (real-time capability).

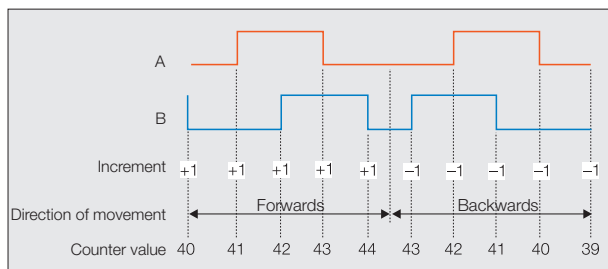


Fig. 2-26: BML output signals with period counter for 4x interpolation in the controller

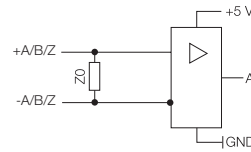


Fig. 2-27: Circuitry of subsequent electronics (RS422)

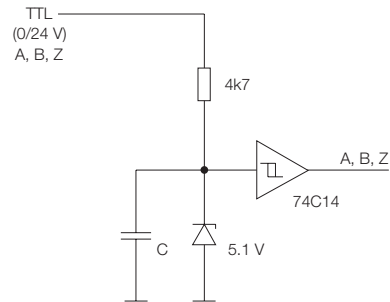


Fig. 2-28: High Threshold Logic circuit (HTL)



If the sensor is supplied with voltage that is isolated from the processing electronics, the GND for this voltage must be connected to the GND of the processing electronics.

In Figs. 2-13 and 2-14 circuit examples for the processing electronics are shown for the RS422 and HTL interface.

The termination resistor Z_0 for RS422 is described in the sensor user's guide. It should be used to prevent interference.

2

Interfaces (continued)

2.8.2 Relationship between maximum movement speed, resolution and edge separation

i Important!

- The controller must be able to count the specified minimum chronological edge separations indicated in the tables for the sensor head (see e.g. Tab. 2-4 and Tab. 2-5) (note counting frequency of the controller!).
- The min. edge separation can even occur at a standstill due to the internal interpolation process.
- Always select the next-higher travel speed or the next-largest min. edge separation, otherwise position detection errors may be created by the controller during measured value evaluation.

Min. edge separation	V_{\max} corresponding to edge separation and resolution			
	Resolution			
	1 μm	2 μm	5 μm	10 μm
0.11 μs	5 m/s	10 m/s	20 m/s	20 m/s
0.26 μs	2 m/s	4 m/s	10 m/s	20 m/s
0.42 μs	1 m/s	2 m/s	6 m/s	12 m/s
0.94 μs	0.6 m/s	1.2 m/s	3 m/s	6 m/s
1.8 μs	0.3 m/s	0.6 m/s	1.6 m/s	3.2 m/s
3.5 μs	0.15 m/s	0.3 m/s	0.79 m/s	1.5 m/s
7 μs	0.079 m/s	0.15 m/s	0.39 m/s	0.79 m/s
14 μs	0.039 m/s	0.079 m/s	0.19 m/s	0.38 m/s
21 μs	0.026 m/s	0.052 m/s	0.13 m/s	0.26 m/s

Tab. 2-4: Example of a selection table for max. travel speed, resolution and min. edge separation

The min. edge separation determines the min. count frequency which the processor must be capable of:
 Minimum count frequency = $1 / \text{minimum edge separation}$
 Accordingly the sampling frequency must be double the value of the count frequency.

The signal frequency of the A- and B-signals is $\frac{1}{4}$ of the minimum count frequency. The relationships are shown in Tab. 2-5.

Min. edge separation [μs]	Min. count frequency [kHz]	Min. sampling frequency [kHz]	Signal frequency [kHz] Fundamental
0.11	9091	18182	2273
0.26	3846	7692	962
0.42	2381	4762	595
0.94	1064	2128	266
1.80	556	1111	139
3.50	286	571	71
7.00	143	286	36
14.00	71	143	18
21.00	48	95	12

Tab. 2-5: Example of a table for minimum edge separation

Determination of a suitable sensor for the available controller:

Example (see Tab. 2-4):

Assumptions:

- Your controller can detect a min. edge separation of 0.5 μs . If there is no sensor with this min. edge separation, select a sensor with a larger edge separation.
- The max. movement speed of the system should be 1 m/s.

Determination of a suitable sensor:

- You need a sensor with min. edge separation 0.94 μs
- To be able to travel at max. 1 m/s, select the type with a resolution of 2 μm

Determination of a suitable controller for the existing sensor

What max. counting frequency is required of the controller?
 The period of the input signal is four times the edge separation.

The max. frequency of the input signal is then $1 / (4 \times \text{edge separation})$.

Example:

For an edge separation of 0.94 μs the max. frequency of the input signal is $1 / (4 \times 0.94 \mu\text{s}) = 266 \text{ kHz}$.

The max. counter frequency for a 4x evaluation = $1 / \text{edge separation} = 1 / 0.94 \mu\text{s} = 1.064 \text{ MHz}$.

The minimum count frequency which the controller must be capable of at minimum count frequency = $1 / \text{minimum edge separation}$ is determined from the minimum edge separation.

Accordingly the sampling frequency must be double the value of the count frequency.

The signal frequency of the A- and B-signals is $\frac{1}{4}$ of the minimum count frequency. The relationships are shown in Tab. 2-2.

3

Appendix

Checklist for startup and service

- Tape attached per FMEA?
- Correct orientation of tape to sensor head?
- Optional: Cover tape applied?
- Sensor head attached per FMEA? Torque setting _____
- Sensor head correctly connected (electrical)?
- Supply voltage correct?
- Output signals have correct polarity and phase?
- All connectors plugged in?
- Cable strain relief on sensor head?
- Cable routed so that interference from other cables is prevented?
- Maximum distance between sensor head and tape not exceeded over the entire range of motion?
- Lateral offset between sensor head and tape not exceeded over the entire range of motion?
- 120-Ω termination resistor between differential signals +sin/–sin and +cos/–cos connected/enabled?
- Function check with manual movement: Do all signals +sin, –sin, +cos, –cos arrive at the controller with correct amplitude and phase?
- Direction of the electrical signals correct?
- Pointer length determination $Z = \sqrt{A^2 + B^2}$ enabled?
- Function check: motorized movement at maximum speed?
- Is the pointer length at maximum travel speed correctly determined?

Interfaces pour système d'encodeur magnétique BML

Informations de base



www.balluff.com

1	Guide d'utilisation	4
1.1	Validité	4
1.2	Symboles et conventions utilisés	4
1.3	Abréviations utilisées	4
1.4	Termes utilisés	4
2	Interfaces	5
2.1	Interface IO-Link	5
2.2	Interface SSI	7
2.2.1	Principe	7
2.2.2	Interrogation SSI erronée	8
2.2.3	Affichage / Contrôleur pour SSI	8
2.3	Interface BiSS C	9
2.3.1	CRC	10
2.3.2	EDS	11
2.4	Interface DRIVE-CLiQ	13
2.5	Interface en quadrature absolue	14
2.6	Interface analogique sin/sos (1Vpp)	16
2.6.1	Fonction point de référence à période polaire	16
2.6.2	Modification de la référence de phase de A(sin), B(cos), Z	17
2.6.3	Enhanced Preset	18
2.7	Interface analogique sin/cos (1Vpp) pour sécurité fonctionnelle	19
2.7.1	Remarques générales	19
2.7.2	Evaluation de l'interface G incrémentale sûre	19
2.7.3	Evaluation de la <i>valeur absolue sûre</i> en relation avec l'interface G	20
2.7.4	Exigences de sécurité pour le raccordement électrique	20
2.7.5	Utilisation	21
2.8	Interface numérique A/B/Z (RS422/HTL)	23
2.8.1	Système de mesure numérique incrémental	23
2.8.2	Relation entre la vitesse de déplacement maximale, la résolution et la distance entre fronts	24
3	Annexe	25
	Liste de contrôle pour la mise en service et en cas de maintenance	25

1

Guide d'utilisation

1.1 Validité

La présente notice décrit les interfaces électriques des capteurs BML Balluff et complète la documentation des familles de capteurs.

Le document décrit les interfaces suivantes :

- IO-Link
- SSI
- BiSS-C
- DRIVE-CLiQ
- Quadrature absolue
- Analogique Sin/Cos (1Vpp)
- RS422/HTL A/B
- Interface G (signal de position à sécurité fonctionnelle)

Toutes les interfaces ne sont pas disponibles pour tous les capteurs. Les interfaces possibles, avec indication de leurs paramètres spécifiques (niveau, synchronisation, etc.) sont citées dans les notices d'utilisation respectives.

La présente notice s'adresse à un personnel qualifié. La lire attentivement avant l'installation et la mise en service du système d'encodeur magnétique.

1.2 Symboles et conventions utilisés



Conseils d'utilisation

Ce symbole caractérise des remarques générales.

1.3 Abréviations utilisées

1Vpp	Interface sin/cos incrémentale
BiSS	Interface série synchrone bidirectionnelle
CDM	Control Data Master
CDS	Control Data Slave
Clk	Horloge, signal d'horloge
CRC	Cyclic Redundancy Check (contrôle de redondance cyclique)
Data	Signal de données série
EDS	Electronic Data Sheet (fiche technique électronique)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (analyse des modes de défaillance et de leurs effets)
Événement FW	Les erreurs et avertissements sont transmis dans le bloc de données série.
PL	Performance Level
SIL	Safety Integrity Level
SSI	Interface série synchrone (Synchronous Serial Interface)
VH	Virtual Homing (course de référence virtuelle)

1.4 Termes utilisés

Position absolue	Position mesurée au sein du système de coordonnées de la position physique connue
Position physique connue	Position définie de façon univoque dans l'installation, dans laquelle p. ex. un capteur de référence ou une position finale mécanique définit le système de coordonnées de la position absolue mesurée.
Position absolue véritable	Position absolue effective au sein de l'installation
Position fine	Valeur de position interpolée de l'interface sin/cos, p. ex. dans la période 1/1000
Position approximative	Quadrant de l'interface sin/cos
Course de référence initiale	Première course de référence sur une position physique connue
Valeur absolue générée de façon non sûre	La valeur absolue ne doit pas être utilisée pour des applications orientées sécurité sans plausibilisation par rapport au signal incrémental sûr.
Longueur du phaseur	Grandeur déterminée par calcul à partir des quatre signaux sin/cos

2

Interfaces

2.1 Interface IO-Link

i Le fichier IODD peut être téléchargé sur www.balluff.com ou demandé par courriel à l'adresse service@balluff.de.

i Vous trouverez des informations complémentaires et des descriptions concernant le protocole et les profils online sur le site Internet <https://www.io-link.com>.

Généralités

IO-Link intègre des capteurs et actionneurs conventionnels et intelligents dans des systèmes d'automatisation et est conçu en tant que standard de communication sous les bus de terrain classiques. La transmission indépendante du bus de terrain utilise des systèmes de communication déjà existants (bus de terrain ou systèmes sur base Ethernet).

Les appareils IO-Link, tels que les capteurs et actionneurs, sont reliés au système de commande dans une liaison point à point par une passerelle, le maître IO-Link. Les appareils IO-Link sont raccordés à l'aide de câbles de capteur standard non blindés du commerce.

La communication se base sur un protocole UART standard à l'aide d'une modulation par impulsions de 24 V en fonctionnement semi-duplex. Ce principe permet une physique classique à deux ou trois conducteurs.

Protocole

Pour la communication IO-Link, des données sont échangées de manière cyclique entre le module IO-Link Master et l'appareil IO-Link.

Dans ce protocole, des données de processus de même que des données utiles, telles que des paramètres ou des données de diagnostic, sont transmises. Les données de processus sont transmises de façon cyclique selon le temps de cycle réglé. La transmission de données utiles peut durer plusieurs cycles.

Une communication IO-Link est initialisée de façon générale par le module Master et l'appareil répond aux demandes du module Master.

Temps de cycle

Le temps de cycle (Master Cycle Time) est défini au moyen des deux paramètres suivants : le temps de cycle minimal possible (Min Cycle Time) spécifié par l'appareil IO-Link et le temps de cycle minimal du module Master. Le temps de cycle est réglé automatiquement par le module Master de façon à correspondre aux possibilités des deux composants.

Versions de protocole 1.0 / 1.1

Dans la version de protocole 1.0, les données de processus supérieures à 2 octets étaient transmises par répartition sur plusieurs cycles.

À partir de la version de protocole 1.1, toutes les données de processus disponibles sont transmises dans une trame. Le temps de cycle (Master Cycle Time) est ainsi identique au cycle des données de processus.

i Les capteurs BML de Balluff correspondent à la version de protocole 1.1. Le fonctionnement de l'appareil IO-Link sur un module IO-Link Master avec la version de protocole 1.0 entraîne des temps de transmission plus longs (cycle des données de processus ~ nombre de données de processus × master cycle time).

Index/subindex

L'accès aux paramètres s'effectue de façon générale via l'index/subindex.

Différents index sont définis par le biais du standard IO-Link. Ainsi, les index sont p. ex. spécifiés pour les commandes système, l'identification et la gestion des paramètres. En outre, les appareils Balluff définissent leurs propres index. Ils figurent dans la notice d'utilisation du capteur correspondant ou dans le fichier IODD.

Gestion des paramètres

Dans la version de protocole 1.1, un gestionnaire de paramètres permettant l'enregistrement des paramètres de l'appareil sur le maître IO-Link est défini. En cas de remplacement d'un appareil IO-Link, il est possible de reprendre les données de paramètre du précédent appareil IO-Link. La commande de ce gestionnaire de paramètres dépend du maître IO-Link utilisé et est disponible dans la description respective.

Messages d'erreur

Les messages d'erreur suivants, signalant un paramétrage erroné, ont été enregistrés :

Code d'erreur	Message d'erreur
0x8011	Index not available
0x8012	Subindex not available
0x8020	Service temporarily not available
0x8030	Value out of range
0x8033	Parameter length overrun
0x8034	Parameter length underrun
0x8036	Function temporarily unavailable
0x8040	Invalid parameter set
0x8082	Application not ready

Tab. 2-1 : Messages d'erreur relatifs à la spécification IO-Link

2

Interfaces (suite)

IODD

Le fichier IODD contient les paramètres de l'appareil, la structure des données de processus et les caractéristiques de l'appareil. Un fichier IODD, représentant le modèle de données spécifique correspondant, est affecté de façon univoque à chaque ID d'appareil (DeviceID).

Les informations enregistrées dans le fichier IODD peuvent être utilisées au niveau de l'application client afin de faciliter son utilisation. Les mêmes informations sont également imprimées sous forme de texte dans la notice d'emploi.

Profil Smart Sensor

Le *Profil Smart Sensor* définit des fonctions et des paramètres que doit supporter un capteur IO-Link. Les appareils qui correspondent au profil supportent les données d'identification et les métadonnées relatives aux données de processus.

Profil Smart Sensor Ed. 2

Le *Profil Smart Sensor Ed. 2* augmente la compatibilité entre les capteurs IO-Link de différents fabricants. Les capteurs correspondant à un type de profil ont une structure de données de processus unique.

2

Interfaces (suite)

2.2 Interface SSI

Signal différentiel RS422

i Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

Circuit recommandé pour l'exploitation :

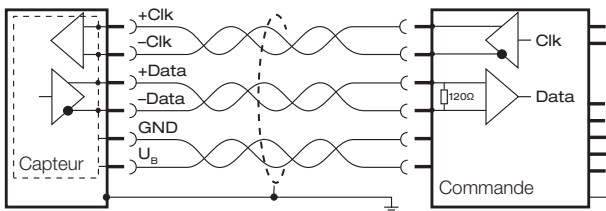


Fig. 2-1 : Exemple de raccordement pour un capteur avec système de commande

i Les fils relatifs à Clk, Data et à la tension d'alimentation doivent être câblés par paire dans le câble (voir Fig. 2-1).

Les impulsions d'horloge ne doivent être émises que lorsque la tension d'alimentation est appliquée au système de mesure.

i La sortie Data du capteur doit être chargée dans le système de commande avec une résistance de 120 Ω, sous peine de fausser les résultats de mesure.

2.2.1 Principe

SSI signifie Synchronous Serial Interface et décrit une interface numérique synchrone avec un câble différentiel d'horloge et un câble différentiel de données.

Au premier front d'horloge **décroissant** (instant de déclenchement), le mot de données à émettre est temporairement enregistré dans le capteur. L'émission des données a lieu au premier front d'horloge croissant, cela signifie que le capteur émet un bit par le câble de données à chaque front d'horloge croissant. Ce faisant, il est impératif de tenir compte des capacités des différents câbles et des temporisations des pilotes t_v dans la commande lors de l'interrogation des bits de données.

La fréquence d'horloge max. f_{Clk} dépend de la longueur de câble. La durée t_m également appelée durée monoflop, démarre en même temps que le dernier front d'horloge décroissant et est émise avec le dernier front d'horloge croissant en tant que niveau Low. Le câble de données reste au niveau Low jusqu'à ce que la durée t_m soit écoulee. Ensuite, le capteur est de nouveau prêt à recevoir la séquence d'horloge suivante.

i La signification des bits et la relation entre la longueur de câble maximale et la fréquence d'horloge sont décrites dans la notice d'utilisation du capteur.

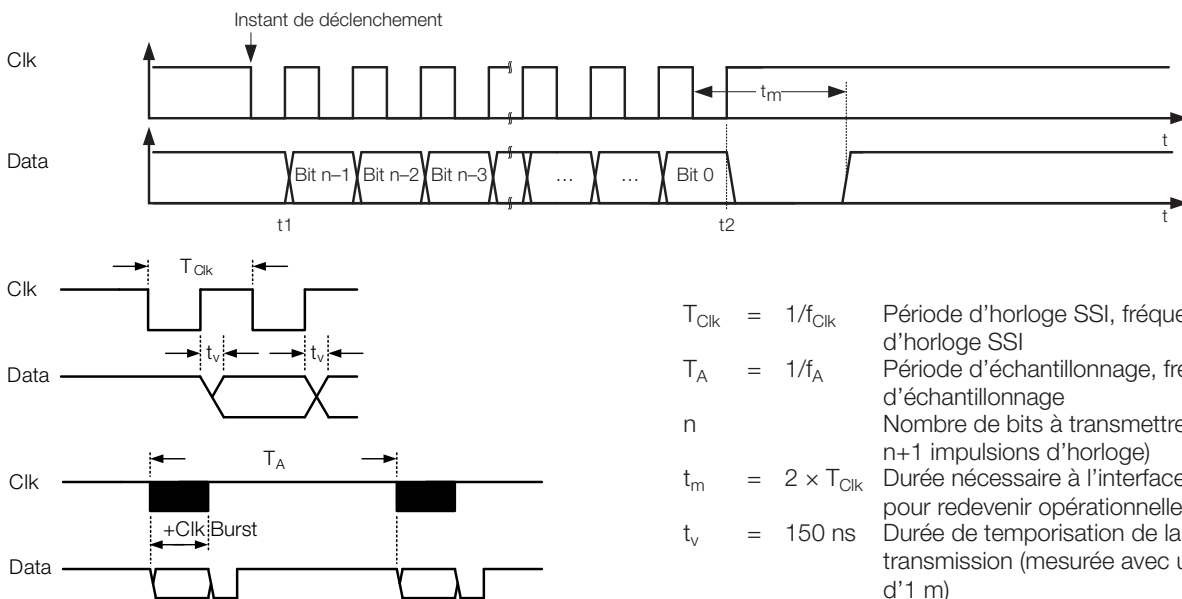


Fig. 2-2 : Signaux pour interface SSI

Bit n-1	Bit n-2	...	Bit 1	Bit 0	Valeur déc.
0	0		0	1	1
0	0		1	0	2
0	0		1	1	3

Tab. 2-2 : Poids des bits transmis en cas de transmission binaire

2

Interfaces (suite)

2.2.2 Interrogation SSI erronée

Cadencement trop rapide

i Ce cas d'erreur est décrit dans la notice d'utilisation du capteur.

Sous-cadencement

En cas d'un nombre insuffisant de fronts d'horloge, le niveau de données présent est maintenu pour la durée t_m après le dernier front négatif de +Clk. Si un front positif survient encore pendant la durée t_m , alors le bit suivant est encore émis. Lorsque la durée t_m est écoulée, la sortie +Data passe au niveau haut. Le niveau High est maintenu jusqu'à la séquence d'horloge suivante.

Surcadencement

En cas de fronts d'horloge trop nombreux, la sortie de données commute au niveau Low après l'écoulement du nombre correct de fronts. Avec chaque front négatif supplémentaire de +Clk, la durée t_m est redémarrée. Après l'écoulement de la durée t_m , la sortie +Data passe de nouveau au niveau haut.

Adaptation théorique de la résolution

La résolution théorique du capteur peut être doublée ou divisée par deux au moyen d'un surcadencement ou d'un sous-cadencement ciblé.

Exemple

Supposons que le capteur ait une résolution de $1 \mu\text{m}$ et que le nombre de bits soit de 25.

- Le bit de données pour la 25^{ème} impulsion d'horloge a le poids $1 \mu\text{m}$
- Le bit de données pour la 24^{ème} impulsion d'horloge a le poids $2 \mu\text{m}$
- Le bit de données pour la 23^{ème} impulsion d'horloge a le poids $4 \mu\text{m}$
- etc.

Lorsque la commande n'émet que 24 impulsions d'horloge, le capteur ne peut émettre que des paliers de $2 \mu\text{m}$. Pour la commande, c'est comme si le capteur avait une résolution de $2 \mu\text{m}$. Autrement dit, pour un déplacement de 1 mm , la position ne varie pas de 1000 incréments, mais seulement de 500 incréments.

Lorsque la commande émet un trop grand nombre d'impulsions d'horloge, la résolution du capteur se réduit mathématiquement.

- Le bit de données avec la 25^{ème} impulsion d'horloge a le poids $1 \mu\text{m}$
- Le bit de données avec la 26^{ème} impulsion d'horloge est égal à zéro et a le poids $1/2 \mu\text{m}$
- Le bit de données avec la 27^{ème} impulsion d'horloge est égal à zéro et a le poids $1/4 \mu\text{m}$
- etc.

Lorsque la commande émet 27 impulsions d'horloge, la commande voit le capteur comme s'il avait une résolution d' $1/4 \mu\text{m}$. Lors d'un déplacement d' 1 mm , la position varie de 4000 incréments par paliers de 4 incréments.

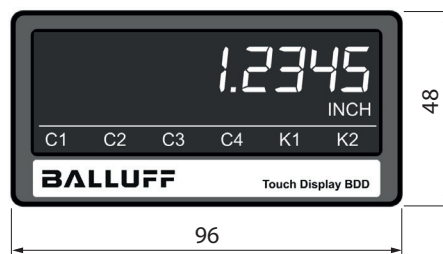
Si un système de commande ne prend pas en charge le nombre réglable des bits, il est possible de cadencer avec une autre fréquence d'horloge. Pour obtenir une évaluation correcte de la valeur mesurée, il faut dans ce cas adapter la résolution par bit.

2.2.3 Affichage / Contrôleur pour SSI

Les appareils d'affichage suivants sont disponibles pour l'interface SSI :

BDD Touch Display

Symbolisation commerciale : BAE010N



Profondeur du boîtier 105 mm

- Interface SSI maître (voir Fig. 2-3) ou esclave (voir Fig. 2-4)
- 2 sorties relais programmables
- 8 points de commutation possibles en fonction de la direction
- Affichage multicolore



Fig. 2-3 : Utilisation en tant que maître SSI

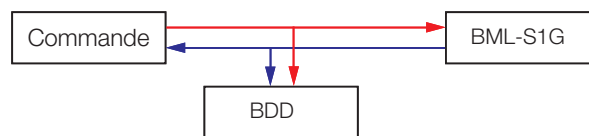


Fig. 2-4 : Utilisation en tant qu'esclave

2

Interfaces (suite)

2.3 Interface BiSS C



i Le fichier XML peut être téléchargé sur www.balluff.com ou demandé par courriel à l'adresse service@balluff.de.

Signal différentiel RS422

i Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

Circuit recommandé pour l'exploitation :

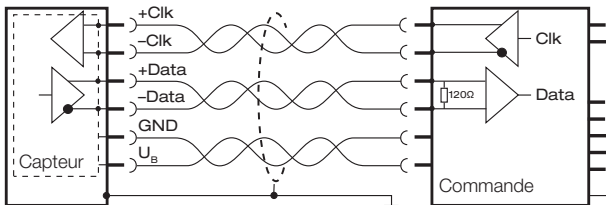


Fig. 2-5 : Exemple de raccordement pour un capteur avec système de commande

i Les fils relatifs à Clk, Data et à la tension d'alimentation doivent être câblés par paire dans le câble (voir Fig. 2-5).

Les impulsions d'horloge ne doivent être émises que lorsque la tension d'alimentation est appliquée au système de mesure.

i Pour plus d'informations, voir www.biss-interface.com.

i La sortie Data du capteur doit être chargée dans le système de commande avec une résistance de 120 Ω, sous peine de fausser les résultats de mesure.

Avec l'interface BiSS C, il est possible de transmettre des données (données de registre) de manière bidirectionnelle en plus des données de positionnement. La transmission des données de registre a lieu en même temps que la transmission des données de positionnement et n'a aucune influence sur le comportement de mesure du système. Les têtes de capteur BiSS C Balluff peuvent être raccordées à la commande par une liaison point à point.

La transmission est assurée par CRC, c'est-à-dire que la commande peut vérifier si les données transmises ont été reçues correctement. En cas de transmission erronée, les données peuvent être supprimées et faire l'objet d'une nouvelle demande.

La transmission (comme représentée dans la Fig. 2-6) offre les possibilités suivantes :

- Un bit d'erreur et d'avertissement est transmis.
- Une transmission de données sécurisée bidirectionnelle est durablement disponible (communication de registre).
- Une compensation de durée des câbles d'horloge et de données est possible. Elle permet d'obtenir de plus grandes longueurs de câble et/ou des taux de données plus élevés.

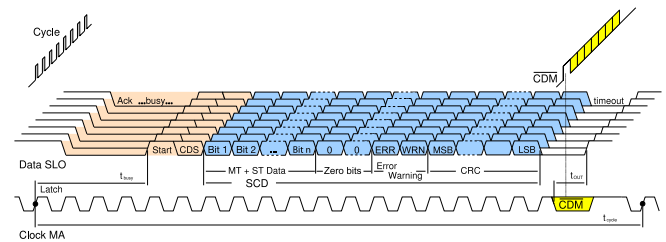


Fig. 2-6 : Parcours du signal de l'interface BiSS C

- Avec le premier front **montant** (instant de déclenchement), la commande signale qu'elle demande une valeur au capteur. La valeur mesurée valable à ce moment est transmise lors de la transmission de données ultérieure.
- Avec le deuxième front montant de l'horloge, le capteur confirme la demande de données par un niveau bas sur le câble de données.
- La différence temporelle entre le deuxième front montant de l'horloge et le premier niveau bas du câble de données du capteur correspond à la durée des deux signaux. Elle apparaît pour tous les autres fronts de la trame et peut par conséquent être compensée dans la commande. Il est ainsi possible d'obtenir de beaucoup plus grandes longueurs de câble ou de réaliser des taux de données considérablement plus élevés qu'avec des interfaces SSI.
- Exemple : les données avec une fréquence d'horloge de 1 MHz peuvent p. ex. être transmises jusqu'à 400 m. Sans compensation de durée, seule une distance d'environ 20 m est possible.
- Tous les autres bits transmis par le capteur sont émis lors du front montant suivant.
- Le capteur prépare les données pendant la durée t_{busy} . Lorsque la préparation est terminée, le capteur met le signal de données au niveau haut (bit de départ). En commençant par le CDS, le capteur transmet ensuite avec chaque impulsion un bit de données. Le bit de données est soit l'écho du bit CDM ayant été reçu dans le dernier bloc de données, soit un bit des données de registre demandées.
- Ensuite sont transmises les données de Bit 1 à Bit n.
- S'ensuivent alors un bit d'erreur et un bit d'avertissement pour chacun d'eux et le CRC.
- Communication de registre :
Chaque trame permet d'envoyer un bit de la commande au capteur. Pour cela, le signal d'horloge de la commande doit être positionné au niveau haut ou au niveau bas pendant la durée t_m (temporisation = $2 \times t_{\text{clk}}$). Le capteur détecte cette action comme un bit

2

Interfaces (suite)

de niveau haut ou un bit de niveau bas (CDM) et le renvoie en tant que bit CDS lors de la trame suivante. La commande peut ainsi déterminer si le bit a été correctement détecté (transmission sécurisée).

- Grâce à cette transmission d'un bit par trame, il est possible d'activer la lecture et l'écriture de différentes adresses dans le capteur sur plusieurs trames. D'autres informations concernant des erreurs ou des avertissements y sont disponibles. L'enregistrement et la lecture de données utilisateur est également possible (voir Fig. 2-6).

2.3.1 CRC

Afin de sécuriser l'intégrité des données, le contrôle de redondance cyclique (CRC) est utilisé dans la commande. Ce contrôle consiste à calculer respectivement une valeur de vérification des données transmises dans le capteur et dans la commande, puis à les comparer. Si les deux valeurs sont identiques, les données ont été correctement transmises. Si elles diffèrent, la transmission des données est erronée et la valeur de position doit à nouveau être demandée.

Avec les capteurs Balluff, la commande est paramétrée comme suit :

CRC : 6 bits (transmission inversée)

Le polynôme de comptage pour la détermination CRC est 0x43 (hex), 67 (déc) ou 1000011 (bin).

BiSS C unidirectionnelle

Seules des données du système de mesure sont transmises à la commande. La transmission des informations supplémentaires (par exemple communication de registre pour BiSS C) est impossible ou indisponible.

Position/Logique des signaux pour BiSS C unidirectionnelle :

La Fig. 2-7 décrit la succession chronologique des différents bits.

Le CDS/CDM est toujours à l'état haut, ensuite viennent les bits 1 à n. Après cela, un bit d'erreur et un bit d'avertissement sont transmis. Le bit d'erreur et le bit d'avertissement du bloc de données sont actifs à l'état bas. En l'absence d'erreur et d'avertissement, les deux bits sont à l'état haut.

BiSS C bidirectionnelle

Avec l'interface BiSS C, des erreurs et avertissements (événements FW) sont transmis dans le bloc de données série, comme pour l'interface SSI. En outre, le type d'événement peut aussi être interrogé par communication de registre.

Comme pour les interfaces unidirectionnelles, les bits d'erreur et d'avertissement sont transmis après les données de positionnement et avant le CRC, dans le flux de données série. Les différentes relations temporelles sont représentées dans la Fig. 2-6. Les bits d'erreur et d'avertissement du bloc de données sont transmis en étant actifs à l'état bas. En l'absence d'erreur et d'avertissement, les deux bits sont à l'état haut.

Bit d'erreur, bit d'avertissement :

La commande peut lire la cause exacte de l'erreur / avertissement via les données de registre. Le bit d'erreur est présent à l'adresse de registre BiSS 0x48 et le bit d'avertissement à l'adresse de registre BiSS 0x49. Les différentes causes d'erreur et d'avertissement y sont codées par bit.



La signification des bits d'erreur et d'avertissement est décrite dans la notice d'utilisation du capteur.



La signification / le poids des bits est représenté dans le Tab. 2-2 page 7.

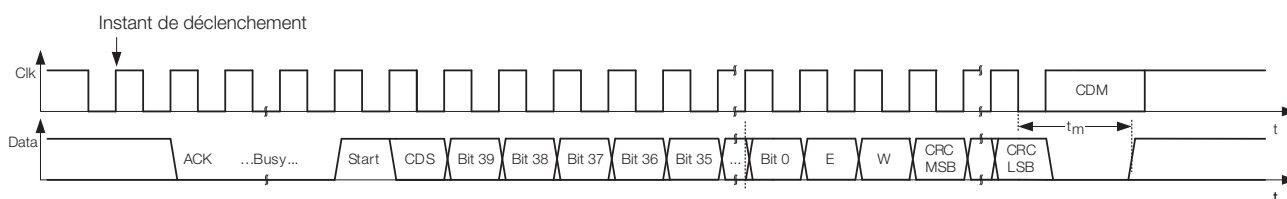


Fig. 2-7 : Signaux de l'interface BiSS C (unidirectionnelle)

2

Interfaces (suite)

2.3.2 EDS

EDS, fiche technique électronique, zone utilisateur :

Cette fonction de BiSS C permet à tout moment à l'utilisateur d'enregistrer et/ou de lire des données spécifiques à l'utilisateur quelconques, octet par octet, via communication de registre au niveau de l'EEPROM du capteur.

L'ensemble de l'espace d'adresses EEPROM est divisé en trois zones :

– **Hidden (caché)**

L'utilisateur ne peut pas y accéder.

– **Read Only (zone EDS)**

Cette zone est à lecture seule. L'*Electronical Datasheet* (fiche technique électronique - EDS) mémorisée sur l'appareil est enregistrée dans cette zone. Elle fournit des informations de l'appareil concernant les paramètres de communication et le profil d'appareil actif du capteur. Le profil d'appareil contient des informations relatives aux propriétés de mesure. Les propriétés suivantes peuvent être lues de façon générale :

- Type de capteur
- Précision du capteur
- Longueur et signification des données de processus
- Conditions de synchronisation
- Exigences de valeurs limites relatives à l'alimentation en tension.

– **Read/Write (zone utilisateur)**

Un nombre déterminé d'octets sont disponibles ici sous forme de différents bancs de 64 octets chacun (voir la notice d'utilisation du capteur). Il est par exemple possible d'y enregistrer des données de montage mécaniques du capteur, la date de montage, la symbolisation commerciale du capteur, etc.



Vous trouverez des informations complémentaires concernant les différents profils sur le site Internet <http://biss-interface.com>.

L'espace d'adressage des registres BiSS (0x00 ... 0x7F) est divisé en deux zones :

1. Une **zone de banc commutable** (0x00 ... 0x3F), qui duplique différentes zones EEPROM selon le banc sélectionné.

La Fig. 2-8 représente la relation entre l'espace d'adresses des registres BiSS-C et l'espace d'adresses EEPROM. La plage d'adresses EEPROM actuellement visible peut être sélectionnée par le biais du banc au niveau de l'adresse de registre BiSS-C 0x40. Le contenu du banc sélectionné est représenté dans la zone d'adresses de registre 0x00 ... 0x3F.

Aucun accès, uniquement un accès en lecture ou un accès en lecture et en écriture sont possibles en fonction du banc.

2. Une **zone fixe**, à laquelle il est toujours possible d'effectuer un accès en écriture et en lecture (0x40 ... 0x7F), indépendamment du banc sélectionné. Cette zone permet de sélectionner le banc devant être modifié.

Les informations suivantes peuvent être lues :

- Avertissements et erreurs du capteur
- Banc où commande la fiche technique électronique
- Banc actuellement sélectionné

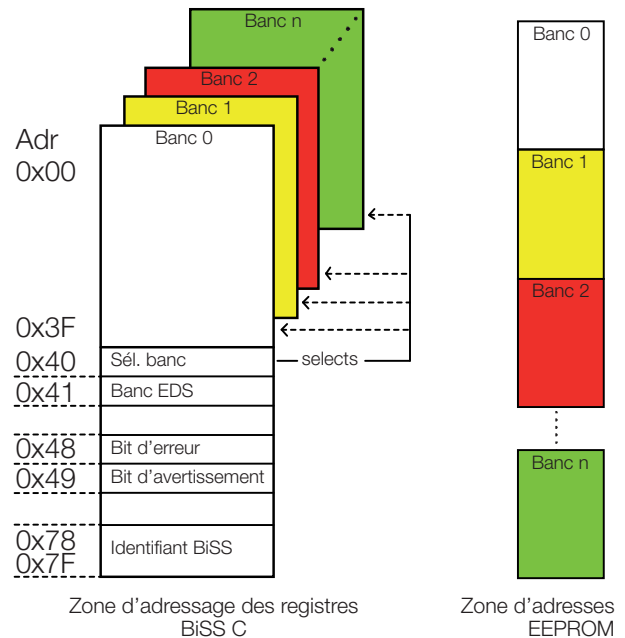


Fig. 2-8 : Zone d'adressage des registres BiSS C

2

Interfaces (suite)

Pour la lecture et l'écriture de la zone utilisateur, il faut dans un premier temps lire la configuration à partir de la zone EDS :

Le banc EDS est lu sur l'adresse de registre BiSS C 0x41. La valeur issue de l'adresse 0x41 est ensuite saisie dans l'adresse de registre 0x40 (sélection du banc). Les informations suivantes sont ensuite à disposition :

- Adresse 0x00 : version EDS
- Adresse 0x01 : nombre de bancs EDS
- Adresse 0x02 : le début du banc de la zone utilisateur
- Adresse 0x03 : le dernier banc de la zone utilisateur.

Dans la zone utilisateur, des données quelconques peuvent être lues et écrites. Ces données sont enregistrées durablement dans EEPROM. L'utilisation de la zone utilisateur est libre et les données peuvent être enregistrées de manière indifférente dans les divers bancs : ASCII ou à codage binaire, en clair ou crypté, avec ou sans protection CRC.

Une fois qu'un banc de la zone utilisateur a été saisi dans l'adresse 0x40, des données quelconques peuvent être lues et écrites dans la zone d'adresse 0x00 ... 0x3F. Dans un autre banc de la zone utilisateur, d'autres données peuvent être lues et écrites aux mêmes adresses 0x00 ... 0x3F sans que les données des autres bancs ne soient écrasées. Les données consignées dans la zone utilisateur sont en permanence disponibles, même après avoir éteint et rallumé le système.

En cas d'écriture dans d'autres bancs en dehors de la zone utilisateur, un message d'erreur apparaît.

Pour l'exemple suivant, cette syntaxe est utilisée :

```
n      = [0x41]      Description de n avec le contenu de
                        l'adresse 41 (hex)
[0x40] = 7           Ecriture de la valeur 7 à
                        l'adresse 0x40 (hex)
```

Exemple d'écriture et de lecture de trois octets dans deux bancs utilisateur :

Lecteur de l'EDS (lecture de la définition de la zone utilisateur)

```
n      = [0x41]      (EDS commence par le banc n, ici
                        par exemple 1)
[0x40] = n           (Le banc EDS est sélectionné)
num    = [0x01]      (Le nombre de bancs EDS est lu, par
                        exemple 8)
User_beg = [0x02]    (Le début de la zone utilisateur est lu,
                        par exemple 0x09)
User_last = [0x03]   (Le dernier banc de la zone utilisateur
                        est lu, par exemple 0x0F)
```

Description de la zone utilisateur

```
[0x40] = User_beg    (Le premier banc de la zone
                        utilisateur est sélectionné, ici 0x09)
[0x00] = 0x11        (Une valeur quelconque est saisie
                        dans la première adresse du premier
                        banc)
[0x3F] = 0x1F        (Une valeur quelconque est saisie
                        dans la dernière adresse du premier
                        banc)
...
[0x40] = User_beg+1  (Le second banc de la zone utilisateur
                        est sélectionné)
[0x00] = 0x21        (Une valeur quelconque est saisie
                        dans la première adresse du second
                        banc)
```

Power off/on optionnel

Lecture de la zone utilisateur décrite

```
[0x40] = User_beg    (Le premier banc de la zone
                        utilisateur est sélectionné)
n      = [0x00]      (n devient 0x11, valeur ci-dessus)
...
[0x40] = User_beg+1  (Le second banc de la zone utilisateur
                        est sélectionné)
n      = [0x00]      (n devient 0x21, valeur ci-dessus)
...
```



L'identifiant BiSS permet de définir le format de fichier ainsi que la signification des différents bits via le fichier XML. L'identifiant BiSS est décrit dans la notice d'utilisation du capteur. Télécharger ce fichier XML sur www.balluff.com ou le demander par courriel à l'adresse service@balluff.de.

2

Interfaces (suite)

2.4 Interface DRIVE-CLiQ

DRIVE-CLiQ est une interface de communication haute performance basée sur Ethernet (interne) pour des systèmes SINAMICS de Siemens, qui permettent un échange de données acyclique et cyclique. Avec une vitesse de transmission allant jusqu'à 100 Mbit/s, l'interface DRIVE-CLiQ dispose des performances requises pour les tâches de régulation. L'interface DRIVE-CLiQ permet de raccorder à l'unité de commande tous les types de composants liés à l'entraînement, tels que capteurs, actionneurs, etc.

L'interface offre les avantages suivants :

- Configuration automatique via plaque signalétique électronique
- Moindre investissement de temps en matière de configuration
- Diagnostic simple et rapide
- Câblage simple et homogène

Vous trouverez des informations détaillées concernant la configuration et l'élimination des défauts dans le document Siemens *SINAMICS List Manual* (pour les erreurs et les alarmes, voir chapitre 4).



Trouvez le document Siemens *SINAMICS List Manual* sur le site Internet <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109763271>.

2

Interfaces (suite)

2.5 Interface en quadrature absolue

i Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

L'interface en quadrature absolue utilise l'interface A/B numérique incrémentale avec le signal Z pour transmettre la position absolue lors de la mise sous tension. Ainsi, une commande conventionnelle fonctionnant de manière incrémentale hérite d'une fonctionnalité absolue. Aucune modification n'est nécessaire sur la commande. Après la mise sous tension, aucune course de référence n'est nécessaire et la position absolue est disponible immédiatement.

L'interface en quadrature absolue est compatible avec l'interface A/B/Z numérique. L'utilisateur doit choisir la résolution souhaitée et la distance entre fronts minimale possible (voir Tab. 2-4 page 24) de façon adaptée à la commande utilisée. Il en résulte la vitesse de déplacement ou la vitesse de rotation maximale dans le cas d'applications rotatives. La relation est à prélever dans les tableaux respectifs de la notice d'utilisation du capteur. Le Tab. 2-4 sur la page 24 représente un exemple.

La commande évalue les signaux selon la Fig. 2-26 page 23 et en détermine la position s_AB.

Comportement à la mise sous tension

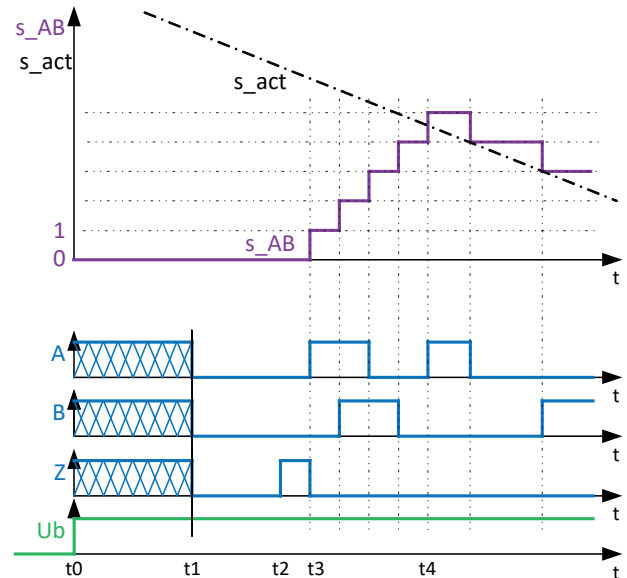


Fig. 2-9 : Comportement à la mise sous tension

Les relations temporelles précises lors de la mise sous tension sont décrites dans la Fig. 2-9 : le capteur exécute un mouvement selon s_act. Avec l'application de la tension d'alimentation à l'instant t0, toutes les sorties sont à l'état haute impédance. A l'instant t1, après la temporisation de mise sous tension, les sorties sont à l'état basse impédance et la temporisation de démarrage t_{VHstart_delay} est lancée. Elle dure jusqu'à l'instant t2. A partir de t2, commence la course de référence virtuelle V_H. Entre t2 et t3 est émise une impulsion Z. Par ce biais, la commande doit remettre à zéro son compteur de position interne. A partir de t3, le système de mesure génère des incréments A/B jusqu'à ce que la position incrémentale s_AB ait atteint la position physique de la tête de capteur s_act, à l'instant t4. Ainsi, la commande connaît à partir de cet instant la position physique. Entre t2 et t4, tous les fronts sont émis avec la distance minimale entre fronts. Ensuite, le système de mesure émet des incréments normaux, qui suivent le mouvement physique s_act. La durée pour V_H (t_{VH}) s'élève normalement à quelques millisecondes et est déterminée comme suit :

$$t_{VH} [\mu s] = \frac{\text{Longueur de mesure } [\mu m] \times \text{distance minimale entre fronts } [\mu s]}{\text{Résolution } [\mu m/lnk]}$$

i La distance entre fronts et la résolution sont définies dans la notice d'utilisation du capteur.

Aucun mouvement régulé ne doit être exécuté jusqu'à l'instant t4.

La durée peut être réduite lorsque la fonction *Preset* est exécutée au début de la plage de mesure.

Une impulsion Z est émise à chaque franchissement du point zéro.

Déclenchement optionnel de VH par une entrée

En option (voir la notice d'utilisation du capteur), une course de référence virtuelle peut être déclenchée par le biais de l'entrée VH_{Req} . A cette fin, l'entrée pour t_{VH} doit être à l'état haut. Les relations temporelles sont représentées dans la Fig. 2-10 : jusqu'à l'instant t_2 suit la position s_{AB} avec un décalage de la position physique s_{act} . Le décalage est indéfini, aussi longtemps qu'aucune impulsion Z n'a été transmise. A l'instant t_0 , l'entrée VH_{Req} passe au niveau haut. Après que la durée t_{VH} soit écoulée à l'instant t_1 , la course de référence virtuelle commence après $t_{VHstart_delay}$ à l'instant t_2 avec les mêmes relations temporelles que dans la Fig. 2-10.

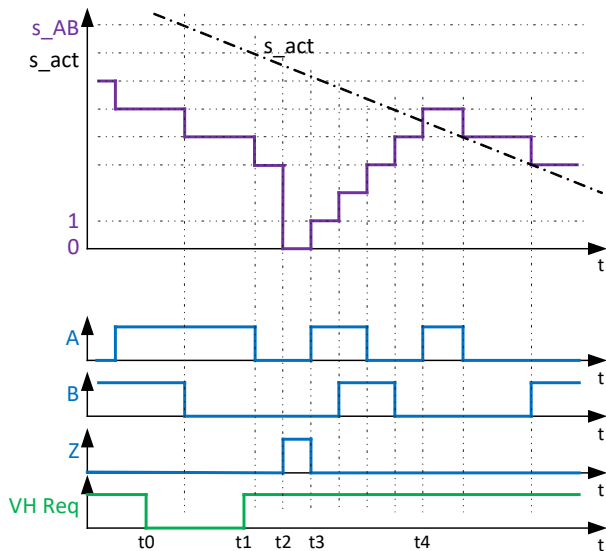


Fig. 2-10 : Utilisation de l'entrée VH_{Req}

Lors de la mise sous tension du capteur, les incréments de la course de référence virtuelle VH sont émis (voir Fig. 2-9 page 14). De plus, ces incréments sont émis à chaque demande de VH_{Req} (voir Fig. 2-10).

Signal « busy » au lieu du signal Z

Comme option supplémentaire (voir la notice d'utilisation du capteur), un signal « busy » peut être émis en lieu et place du signal Z. La commande peut ainsi reconnaître à quel instant la course de référence virtuelle est terminée. Les relations temporelles sont représentées dans la Fig. 2-11. La course de référence virtuelle dure, comme on peut le voir dans la Fig. 2-10, de t_2 à t_4 . Lors du franchissement de la position zéro, aucun nouveau signal VH-Busy n'est émis.

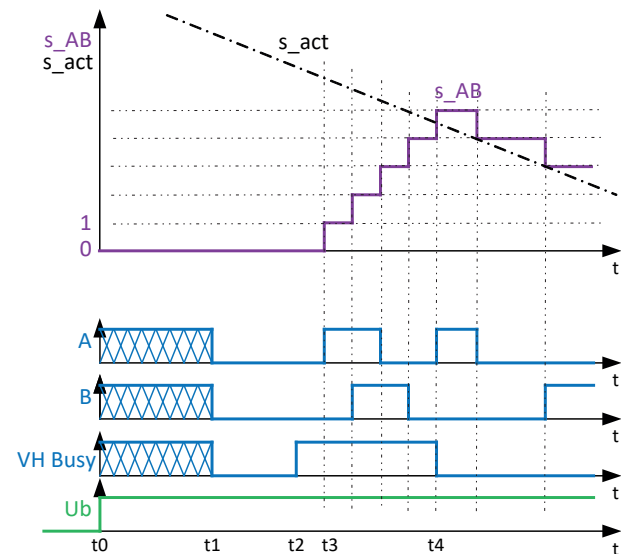


Fig. 2-11 : Mode « VHBusy »

Comportement en cas de défaut (trois états)

Lorsque le capteur détecte un défaut, il commute ses sorties à l'état haute impédance. La commande peut reconnaître cet état comme une rupture de câble. Lorsque le défaut n'est plus présent, le capteur se comporte comme à la mise sous tension. Le comportement temporel est représenté dans la Fig. 2-9 ou dans la Fig. 2-11. Le cas de défaut est terminé à l'instant t_1 . Un défaut apparaît notamment lors de la sortie de la bande magnétique. Lors de l'entrée dans la bande magnétique, le défaut est de nouveau éliminé. Aucune course de référence virtuelle n'a lieu.

Raisons d'une course de référence virtuelle

VH (t_2 à t_4 dans la Fig. 2-9 ... Fig. 2-11) est exécutée dans les conditions suivantes :

- Après la mise sous tension
- Lorsque le capteur repasse de nouveau dans un état de fonctionnement normal après un défaut
- Sur demande par l'entrée VH_{Req}
- Après l'exécution de la fonction *Preset*

2

Interfaces (suite)

2.6 Interface analogique sin/cos (1Vpp)

i Lorsque le signal 1Vpp est utilisé en combinaison avec l'interface IO-Link, des parts élevées de mode commun peuvent être injectées à travers les signaux IO-Link. Celles-ci doivent être compensées par le circuit d'exploitation.

i Pour obtenir un fonctionnement correct, le signal sinus +A (+sin) – (–A (–sin)) et le signal cosinus +B (+cos) – (–B (–cos)) doivent être évalués en fonction de la direction.

i La signification des signaux (sin, cos, A, B) est différente chez les différents fabricants d'automates. Comparer les signaux avec la documentation de la commande et effectuer le câblage en conséquence.

i Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

Dans le cas des signaux sinus et cosinus analogiques +A (+sin), –A (–sin), +B (+cos) et –B (–cos), ainsi que du signal de référence optionnel +Z et –Z, la commande évalue la différence des amplitudes de signal :

$$A(\sin) = +A(+\sin) - (-A(-\sin))$$

$$B(\cos) = +B(+\cos) - (-B(-\cos))$$

$$Z = +Z - (-Z)$$

Ensuite, la commande interpole (p. ex. avec le facteur 1000) à partir des signaux la position exacte au sein d'une période (Fig. 2-12). Cette valeur interpolée est appelée position fine. En cas de mouvement sur plusieurs périodes, la commande compte également le nombre de périodes.

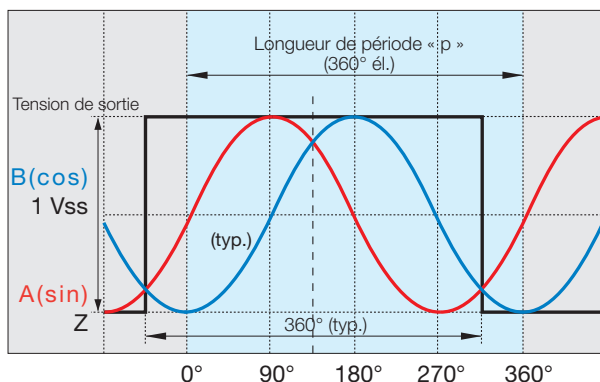


Fig. 2-12 : Les signaux de l'interface sin/cos (1Vpp), lors du déplacement vers l'avant, correspondent à un angle croissant

Le capteur transmet la grandeur de mesure en tant que signal différentiel sinus-cosinus analogique avec une amplitude d'env. $1 V_{ss}$ (valeur crête-à-crête, 0,5 ... 1,35 V). La longueur de période « p » est décrite dans la notice du capteur. Lorsque le capteur est en dehors de la portée de travail spécifiée, la tension se réduit. L'impulsion Z n'est pas disponible pour chaque capteur. Elle est décrite dans la notice du capteur.

Circuit recommandé en cas d'interférences en mode commun

L'apparition d'interférences en mode commun peut perturber l'interface analogique. Le circuit à titre d'exemple sur la Fig. 2-13 montre un circuit de filtrage avec un amplificateur opérationnel différentiel pour un canal.

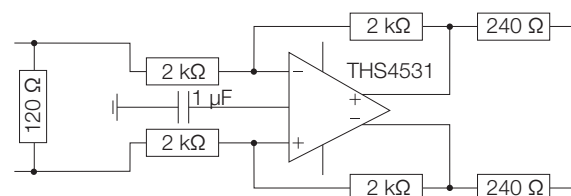


Fig. 2-13 : Circuit de filtrage avec un amplificateur opérationnel différentiel pour un canal.

2.6.1 Fonction point de référence à période polaire

Ici, le signal du point de référence Z est émis pour chaque période. Pour des raisons techniques, la plage High du signal Z est légèrement plus petite que 180°. Il est toutefois encore High au niveau du point d'intersection entre A(sin) et B(cos) (135°). Si la commande interprète ceci de manière incorrecte, la phase du signal sin/cos peut être décalée en conséquence conformément au chapitre 2.6.2.

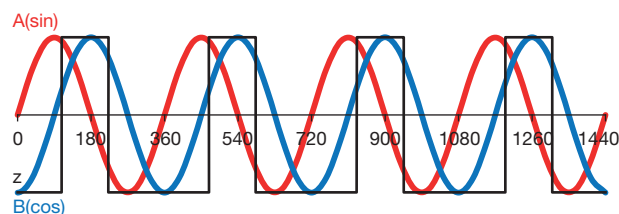


Fig. 2-14 : Signaux de la fonction point de référence à période polaire

2

Interfaces (suite)

2.6.2 Modification de la référence de phase de A(sin), B(cos), Z

De façon standard, les 6 signaux de sortie du capteur BML (+A(+sin), -A(-sin), +B(+cos), -B(-cos), +Z, -Z) sont reliés aux entrées correspondantes de l'automate (+si, -si, +co, -co, +z, -z). Soit $s = (+si) - (-si)$ et $c = (+co) - (-co)$.

La courbe de signal correspondante en fonction du déplacement est représentée sur la Fig. 2-15. À cette occasion, « z » se trouve toujours à la même position.

Certains automates exigent une autre référence de phase entre les signaux « s », « c » et « z ». En permutant les 4 signaux « s » et « c », la référence de phase peut être décalée selon un multiple de 90°.

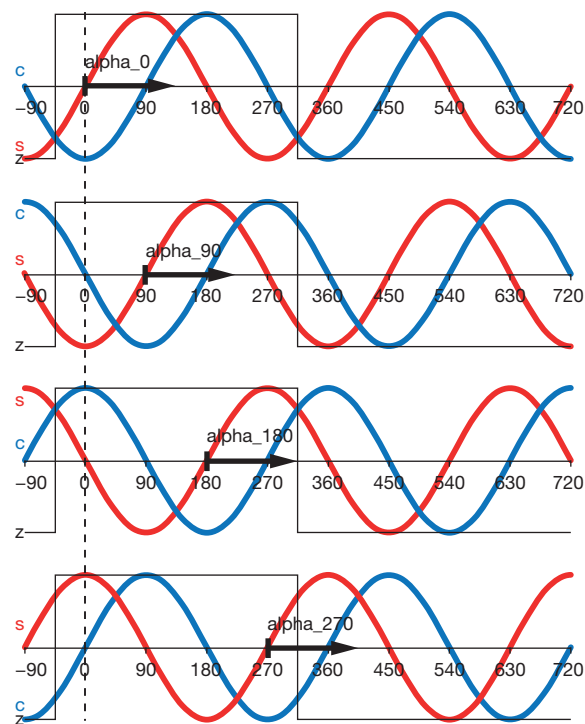


Fig. 2-15 : Quatre références de phase différentes pour « s », « c » et « z »

La Fig. 2-16 représente la zone de câblage R pour les rapports de la Fig. 2-15 $\alpha = 0$. La zone de câblage R pour les autres valeurs alpha peut être prélevée sur le Tab. 2-3.

+A(+sin)		+si
-A(-sin)		-si
BML	R	Commande
+B(+cos)		+co
-B(-cos)		-co

Fig. 2-16 : Zone de câblage pour $\alpha = 0$

Le Tab. 2-3 représente les relations de signal pour les 4 cas $\alpha = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$.

alpha	0°	90°	180°	270°
s =	A(sin)	B(cos)	-A(sin)	-B(cos)
c =	B(cos)	-A(sin)	-B(sin)	A(sin)
R =				

Tab. 2-3 : Relation de signal et zone de câblage pour différentes valeurs alpha

2

Interfaces (suite)

2.6.3 Enhanced Preset

Certains capteurs absolus BML permettent la modification de la référence du signal sin/cos par rapport à la valeur de position absolue. Ceci permet l'adaptation du signal sin/cos au système de référence (comme au chapitre 2.6.2).

Divers fabricants d'automates spécifient une référence de phase différente : à chaque période du signal sin/cos, la position absolue est modifiée selon la longueur de période. Si pour un système avec p. ex. une longueur de période de 2 mm la position absolue est de 10 000 mm, 12 000 mm, 14 000 mm ..., l'angle du signal sin/cos est toujours identique. Cet angle peut être réglé au moyen de la fonction *Enhanced Preset*. La Fig. 2-17 représente la référence angulaire entre le signal sin/cos et la position absolue pour différents angles de la fonction *Enhanced Preset*. Les angles possibles sont définis dans la notice d'utilisation du capteur BML.

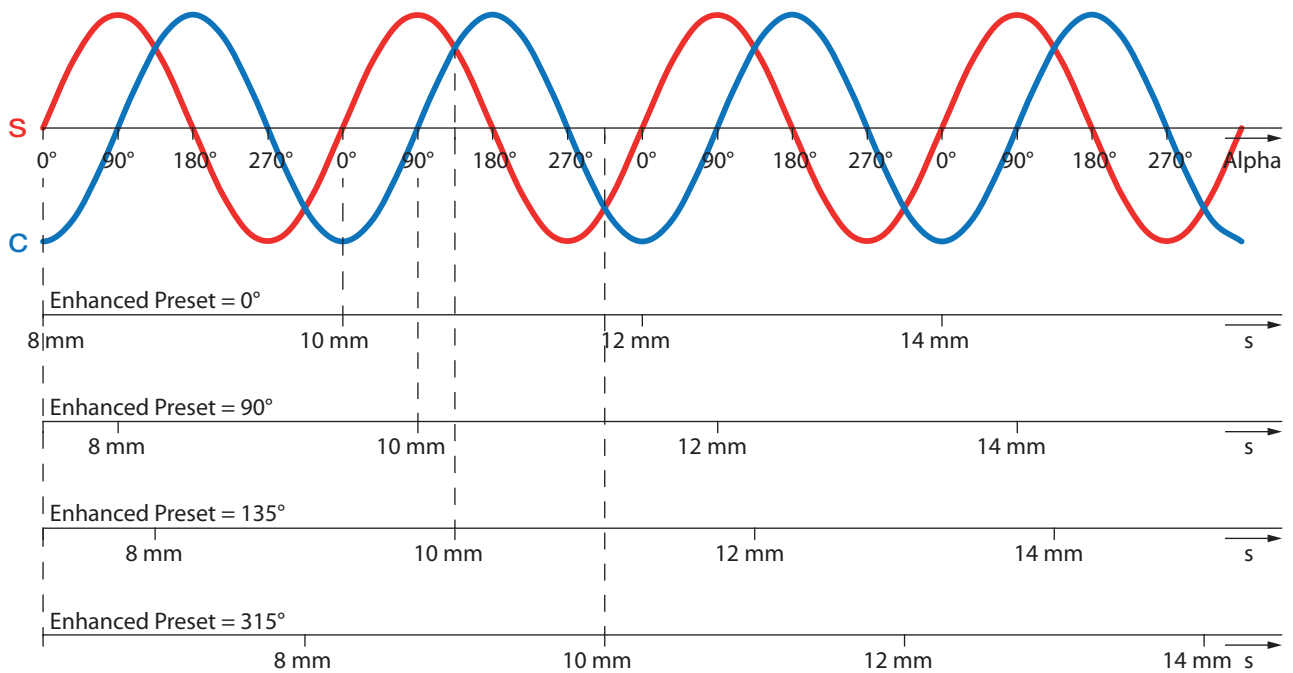


Fig. 2-17 : Référence angulaire entre le signal sin/cos et la position absolue pour différents angles de la fonction *Enhanced Preset*

2.7 Interface analogique sin/cos (1Vpp) pour sécurité fonctionnelle

L'évaluation de la position de l'interface G doit intervenir comme dans le cas de l'interface sin/cos (1Vpp).

2.7.1 Remarques générales

Les capteurs BML avec interface G peuvent être utilisés dans les applications orientées sécurité jusqu'au niveau « Safety Integrity Level 2 » (SIL 2) selon EN 61800-5-2 / EN 62061 / CEI 61508 ou Performance Level d (PL d) selon EN ISO 13849-1.

Les capteurs de la série de produits *BML avec interface G* mettent à disposition la fonction de sécurité *valeur incrémentale sûre*. A cette fin, une exploitation et une transmission sûres de l'information de position approximative incrémentale du système de mesure sont implémentées par l'intermédiaire de l'interface sin/cos. Pour les applications de sécurité, qui utilisent la fonction *valeur incrémentale sûre*, seule la position approximative acquise à partir de la détection de quadrant de A et de B doit être utilisée.

Certains capteurs de la série de produits *BML avec interface G* mettent également à disposition une fonction de sécurité *valeur absolue sûre*. A cette fin, la valeur de position absolue est générée de façon non sûre et transmise de façon non sûre. Elle est cependant réévaluée par une plausibilisation de niveau supérieur par rapport à l'information relative sûre de position approximative en une valeur absolue sûre avec la précision de l'information de position approximative relative (voir chapitre 2.7.3 page 20). Les autres interfaces capteur (BiSS, SSI, IO-Link, RS422, HTL ...) ne doivent pas être utilisées à elles seules dans des applications orientées sécurité !

Pour un fonctionnement sûr, le capteur doit être utilisé dans une application globale de sécurité. L'utilisateur doit à cette fin considérer la chaîne de sécurité intégrale de la fonction de sécurité (p. ex. l'utilisation d'une commande de sécurité), afin de déterminer le niveau SIL et PL atteint.

Plusieurs capteurs BML Balluff avec interface G sont disponibles et répertoriés dans le document *Capteurs BML-SIL-2 (n° doc. 934186)*.



Le document *Capteurs BML-SIL-2 (n° doc. 934186)* est téléchargeable sur www.balluff.com ou peut être demandé par courriel à l'adresse service@balluff.de.



Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

Outre ces consignes, il convient de respecter les consignes figurant dans la notice respective du capteur.

2.7.2 Evaluation de l'interface G incrémentale sûre

Les signaux différentiels A et B sont formés comme suit à partir des quatre signaux +A (+sin), -A (-sin), +B (+cos), -B (-cos) :

$$A = +A(+\sin) - (-A(-\sin))$$

$$B = +B(+\cos) - (-B(-\cos))$$

Pour les applications de sécurité, qui utilisent la fonction *valeur incrémentale sûre*, seule la position approximative acquise à partir de la détection de quadrant de A et de B doit être utilisée. A cette fin, le niveau de déclenchement pour la détection de quadrant doit être de ± 100 mV max. La commande de sécurité doit effectuer la détection des défauts par une détermination et une surveillance de la longueur du phaseur (Z) des deux signaux différentiels d'après l'algorithme suivant :

$$Z = \sqrt{A^2 + B^2}$$

La longueur du phaseur Z doit être déterminée au moins avec une fréquence de 500 kHz. A cette fin, la longueur du phaseur Z doit être surveillée par rapport aux limites $Z_U = 0,25$ V et $Z_O = 0,675$ V. Si ces limites sont dépassées par le bas ou par le haut, un état sûr du système complet doit être établi au sein de la durée de sécurité du processus.

Un défaut survenu dans la tête de capteur peut être détecté au plus tard après un mouvement d'une période au-delà de la surveillance de la longueur du phaseur.

Le circuit d'exploitation doit être dimensionné de telle sorte que la longueur du phaseur puisse être déterminée à la vitesse de déplacement maximale (vitesse superficielle) v_{max} et avec la longueur de période correspondante p de l'installation.

La fréquence maximale des signaux A et B peut être déterminée comme suit :

$$f_{max} = v_{max} / p$$

La fréquence maximale apparaissant lors de la détermination des quadrants peut être calculée comme suit :

$$f_{max} = 4 \times v_{max} / p$$

Pour l'évaluation orientée sécurité, seuls les quadrants des signaux sin/cos doivent être utilisés. Une interpolation des signaux sin/cos n'est pas admissible pour la fonction de sécurité. Les signaux sin/cos interpolés (position fine) peuvent cependant être utilisés pour la régulation d'entraînements en dehors d'une fonction de sécurité.

2.7.3 Evaluation de la valeur absolue sûre en relation avec l'interface G

La position absolue (BiSS C, SSI, IO-Link ...) générée de façon non sûre de l'interface série peut être évaluée en relation avec l'interface G incrémentale sûre en tant que valeur absolue sûre.

Les conditions préalables suivantes sont nécessaires à cette fin :

- Avant l'utilisation de la fonction de sécurité *valeur absolue sûre*, une prise de référence initiale sur une position physique connue doit être effectuée lors de la première mise en service, afin de détecter la position absolue véritable.
- En cas d'utilisation de la fonction de sécurité *valeur absolue sûre*, les valeurs de position absolues mesurées doivent être comparées continuellement avec la position incrémentale mise à disposition par le capteur. En cas d'écart entre la position relative et la position absolue, il faut considérer la valeur absolue comme étant potentiellement erronée et elle ne doit être utilisée dans aucune fonction de sécurité. Cependant, le signal incrémental sûr peut dans ce cas encore être considéré comme n'étant pas erroné. Pour pouvoir considérer de nouveau le signal absolu comme étant non erroné, la course de référence initiale doit être répétée.
- En cas d'utilisation de la fonction de sécurité *valeur absolue sûre*, la position absolue doit être évaluée de façon sûre au maximum avec la précision des quadrants du signal sin/cos, c'est-à-dire avec $\frac{1}{4}$ de la période du signal sin/cos.

Après l'arrêt et la remise en marche, il existe deux possibilités pour détecter un défaut dans la valeur absolue non sûre :

Possibilité 1

L'utilisateur doit s'assurer que l'installation ne subit pas de modification de la position dans l'état désactivé et que l'application correcte de cette exigence est sécurisée par des mesures appropriées en vue de la prévention des défauts (p. ex. exécution d'une FMEA). En outre, il doit, lors de l'arrêt du système de mesure, enregistrer de façon sûre et persistante la dernière valeur de position absolue mesurée. Lors du réenclenchement du système de mesure, la valeur actuelle de la valeur de position absolue doit être mesurée et comparée avec la valeur enregistrée de façon sûre auparavant. En cas d'écart entre la valeur enregistrée et la nouvelle valeur, il faut considérer la valeur absolue comme étant potentiellement erronée et elle ne doit être utilisée dans aucune fonction de sécurité. Cependant, le signal incrémental sûr peut dans ce cas encore être considéré comme n'étant pas erroné.

Pour pouvoir considérer de nouveau le signal absolu comme étant non erroné, la course de référence initiale doit être répétée.

Possibilité 2

L'utilisateur doit s'assurer que l'installation ne subit pas de modification de la position dans l'état désactivé de plus de $\pm\frac{1}{4}$ de période (correspond à ± 1 quadrant) et que l'application correcte de cette exigence est sécurisée par des mesures appropriées en vue de la prévention des défauts (p. ex. exécution d'une analyse FMEA). De plus, l'utilisateur doit, lors de la première mise en service de l'installation, enregistrer de façon sûre la position du changement de quadrant du signal incrémental sûr par rapport au signal absolu pour les deux sens de déplacement.

Lors du réenclenchement du système de mesure, la valeur actuelle de la valeur de position absolue doit être mesurée et comparée avec le signal incrémental sûr de la position déterminée initialement des changements de quadrant. La valeur du signal absolu sûr doit se trouver dans le même quadrant que le quadrant mesuré au moyen du signal incrémental sûr. En cas d'écart du quadrant détecté entre le signal incrémental et le signal absolu, la valeur absolue doit être considérée comme étant potentiellement erronée et elle ne doit être utilisée dans aucune fonction de sécurité. Cependant, le signal incrémental sûr peut dans ce cas encore être considéré comme n'étant pas erroné. Pour pouvoir considérer de nouveau le signal absolu comme étant non erroné, la course de référence initiale doit être répétée.

2.7.4 Exigences de sécurité pour le raccordement électrique

Le capteur doit être alimenté par un bloc d'alimentation PELV.

Les signaux différentiels A (entre +A (+sin) et -A (-sin)) et B (entre +B (+cos) et -B (-cos)) doivent être chargés respectivement par une résistance de $120 \Omega \pm 10 \%$.

Il convient de veiller à ce qu'aucune alimentation externe ne puisse avoir lieu au niveau des signaux sin/cos. Ceci concerne p. ex. l'utilisation de câbles en Y, la pose correcte des câbles, l'utilisation de connecteurs appropriés, etc.

2

Interfaces (suite)

2.7.5 Utilisation

Montage

Il faut s'assurer que la tête de capteur et la bande magnétique sont fixées de façon sûre sur la totalité de la durée de vie, dans les conditions ambiantes réelles. Un dimensionnement correct et des mesures de prévention des erreurs doivent être garantis, par exemple par le réalisation d'une analyse FMEA. Le personnel de montage et de service doit être initié en conséquence.

Mise en service

Lors de la mise en service, le système de mesure doit être déplacé dans un premier temps sans moteur et la plausibilité du système de mesure doit être vérifiée (p. ex. : le déplacement mesuré de 1 m correspond-il effectivement à un déplacement de 1 m ?). Le déplacement complet doit être parcouru à cette fin.

Dans une deuxième étape, le déplacement complet doit être parcouru de façon motorisée. Il ne doit pas y avoir de particularités lors du mouvement (grande accélération sur une position déterminée ou bruit important sur une position donnée). Lorsque le comportement n'est pas plausible, la valeur de position doit être considérée comme étant erronée.

Fonctionnement

L'*intervalle entre essais de sûreté* doit être prélevé dans la notice du capteur.

Mise hors service

Lors de la mise hors service du BML, s'assurer que la fonction de sécurité est encore garantie.

Comportement en cas d'erreur

En cas d'incidents dangereux dans des applications orientées sécurité, contacter le département de service après-vente du fabricant !

2

Interfaces (suite)

Sélection de fonctions de sécurité

Il est fait état ci-dessous d'une sélection de fonctions de sécurité selon EN 61800-5-2, pour la réalisation desquelles il est possible d'utiliser des capteurs BML avec interface G. Pour l'application de la fonction de sécurité, le capteur doit être utilisé dans une application globale sûre. L'utilisateur doit à cette fin considérer la chaîne de sécurité intégrale de la fonction de sécurité (p. ex. utilisation d'une commande de sécurité avec un programme de sécurité approprié).

a) Arrêt de service de sécurité (Safe operating stop, SOS)

Après l'atteinte de l'arrêt à l'instant t_1 , l'entraînement est maintenu par régulation dans la position.

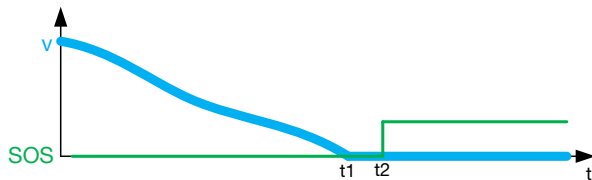


Fig. 2-18 : Diagramme déplacement-temps pour l'arrêt de service de sécurité

b) Arrêt de sécurité 1 (Safe stop 1, SS1)

Avec le déclencheur à l'instant t_1 , p. ex. l'arrêt d'urgence, l'entraînement est rapidement immobilisé. A l'instant t_2 , l'entraînement est commuté en mode sans couple ou sans force.

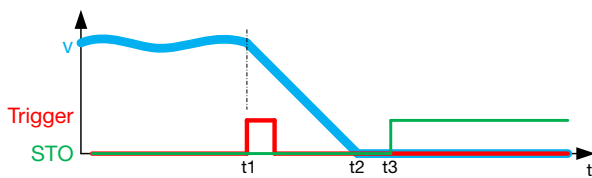


Fig. 2-19 : Diagramme déplacement-temps pour l'arrêt de sécurité 1

c) Arrêt de sécurité 2 (Safe stop 2, SS2)

Avec le déclencheur à l'instant t_1 , p. ex. l'arrêt d'urgence, l'entraînement est rapidement immobilisé. Ensuite, l'entraînement est régulé sur la position.

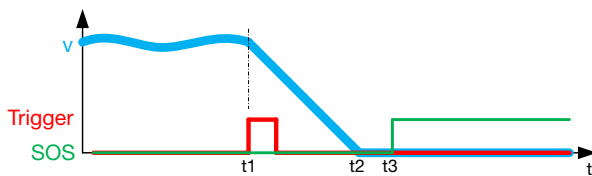


Fig. 2-20 : Diagramme déplacement-temps pour l'arrêt de sécurité 2

d) Vitesse limitée sûre (Safely-limited speed, SLS)

On surveille ici si l'entraînement passe sous une vitesse de rotation ou une vitesse définie. C'est le cas dans la Fig. 2-21 à partir de t_1 .

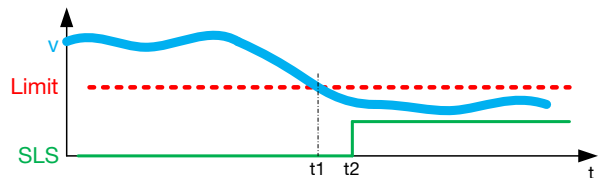


Fig. 2-21 : Diagramme déplacement-temps pour la vitesse limitée sûre

e) Surveillance de vitesse sûre (Safe speed monitor, SSM)

Un signal est généré lorsque la vitesse de rotation / vitesse de l'entraînement se situe sous un seuil déterminé. C'est le cas dans la Fig. 2-22, de t_1 à t_2 et de t_3 à t_4 .

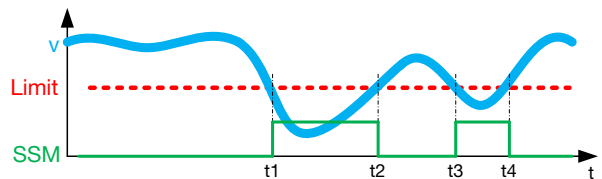


Fig. 2-22 : Diagramme déplacement-temps pour la surveillance de vitesse sûre

f) Sens de mouvement sûr (Safe direction, SDI)

L'entraînement est surveillé par rapport à un sens de mouvement.

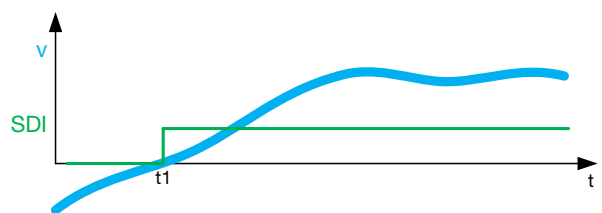


Fig. 2-23 : Diagramme déplacement-temps pour le sens de mouvement sûr

g) Position limitée de façon sûre (Safely-limited position, SLP)

On surveille si l'entraînement ne quitte pas une plage de déplacement définie. C'est le cas dans la Fig. 2-24 entre t_1 et t_2 .

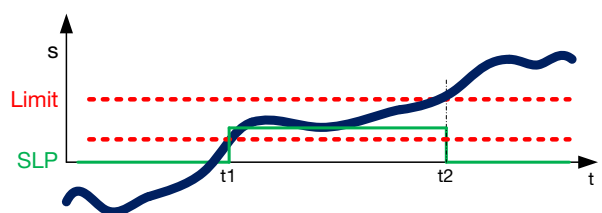


Fig. 2-24 : Diagramme déplacement-temps pour la position limitée sûre

2

Interfaces (suite)

2.8 Interface numérique A/B/Z (RS422/HTL)

2.8.1 Système de mesure numérique incrémental

Le capteur transmet à la commande la grandeur de mesure en tant que signal de tension différentiel (RS422) ou en tant que niveau de tension de service (HTL) (selon la variante). La distance entre les cadences A/B dépend de la résolution de la tête de capteur.

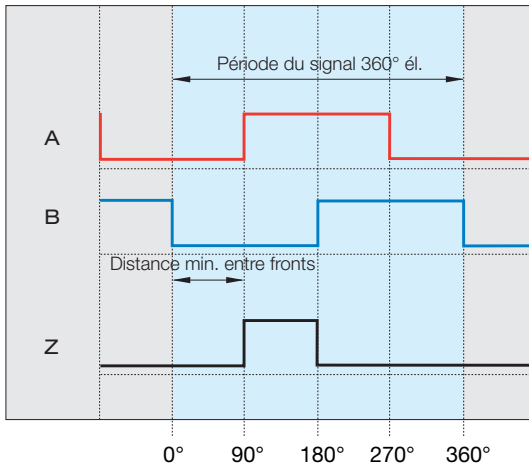


Fig. 2-25 : Signaux de sortie numériques lors du déplacement vers l'avant

La distance minimale possible entre deux fronts, ou encore la largeur minimale du signal Z, est la distance minimale entre fronts qui doit être définie à la commande de la tête de capteur. La commande d'exploitation doit détecter cette distance entre fronts.

Chaque changement de front de A ou de B signifie un changement de position de 1 incrément (évaluation quadruple). Tous les états possibles sont représentés dans la figure 2-12. Pour chaque front, il est précisé dans la ligne *Incrément* s'il s'agit d'un incrément positif ou d'un incrément négatif.

Dans la ligne *Valeur du compteur* est affichée la valeur du compteur en résultant, commençant par 40. Le sens du mouvement est indiqué dans la ligne *sens du mouvement* avec « en avant » ou « en arrière ».

Le comptage d'un seul signal n'est pas suffisant pour la détermination de la position.

Ainsi, la commande connaît à chaque instant la position incrémentale précise, sans devoir interroger périodiquement le capteur (capacité temps réel).

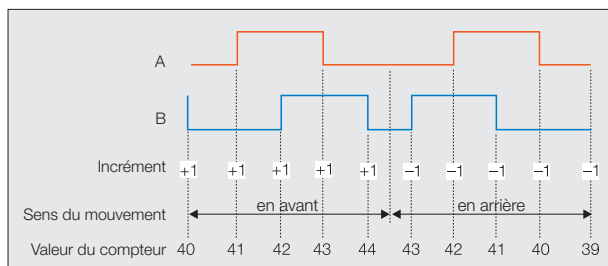


Fig. 2-26 : Signaux de sortie BML avec compteur de périodes en cas d'évaluation quadruple au niveau de l'automate

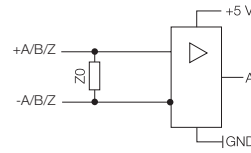


Fig. 2-27 : Circuit de l'électronique consécutive (RS422)

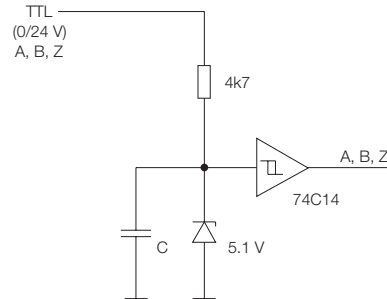


Fig. 2-28 : Circuit de l'électronique consécutive (HTL)

i Si le capteur est alimenté par une tension séparée des composants électroniques d'exploitation, la masse (GND) de cette tension doit être reliée à la masse des composants électroniques.

Dans les figures 2-13 et 2-14 sont représentés des exemples de circuit de l'électronique consécutive d'exploitation pour l'interface RS422 et HTL.

La résistance terminale Z0 avec l'interface RS422 est décrite dans la notice du capteur. Elle devrait être utilisée pour éviter les défauts.

2

Interfaces (suite)

2.8.2 Relation entre la vitesse de déplacement maximale, la résolution et la distance entre fronts

i Important !

- La commande doit pouvoir compter les distance entre fronts temporelles minimales indiquées dans les tableaux de la tête de capteur (voir p. ex. Tab. 2-4 et Tab. 2-5) (tenir compte de la fréquence de comptage de la commande !).
- La distance min. entre fronts peut même apparaître à l'arrêt en raison de la méthode d'interpolation interne.
- Toujours choisir la vitesse de déplacement directement supérieure ou la distance min. entre fronts plus longue la plus proche, sans quoi des erreurs de détermination de la valeur mesurée sont susceptibles de se produire lors du traitement par la commande.

Distance min. entre fronts	V_{max} en fonction de la distance entre fronts et de la résolution			
	Résolution			
	1 μ m	2 μ m	5 μ m	10 μ m
0,11 μ s	5 m/s	10 m/s	20 m/s	20 m/s
0,26 μ s	2 m/s	4 m/s	10 m/s	20 m/s
0,42 μ s	1 m/s	2 m/s	6 m/s	12 m/s
0,94 μ s	0,6 m/s	1,2 m/s	3 m/s	6 m/s
1,8 μ s	0,3 m/s	0,6 m/s	1,6 m/s	3,2 m/s
3,5 μ s	0,15 m/s	0,3 m/s	0,79 m/s	1,5 m/s
7 μ s	0,079 m/s	0,15 m/s	0,39 m/s	0,79 m/s
14 μ s	0,039 m/s	0,079 m/s	0,19 m/s	0,38 m/s
21 μ s	0,026 m/s	0,052 m/s	0,13 m/s	0,26 m/s

Tab. 2-4 : Exemple d'un tableau de sélection pour la vitesse de déplacement max., la résolution et la distance min. entre fronts

La fréquence de comptage, que doit maîtriser l'unité d'exploitation, est déterminée à partir de la distance min. entre fronts :
Fréquence de comptage minimale = 1 / distance minimale entre fronts

En conséquence, la fréquence d'échantillonnage doit présenter le double de la fréquence de comptage.

La fréquence des signaux A et B est de 1/4 de la fréquence de comptage minimale. Les rapports sont représentés sur le Tab. 2-5.

Distance min. entre fronts [μ s]	Fréquence de comptage min. [kHz]	Fréquence d'échantillonnage min. [kHz]	Fréquence de signal [kHz] (vibration fondamentale)
0,11	9091	18182	2273
0,26	3846	7692	962
0,42	2381	4762	595
0,94	1064	2128	266
1,80	556	1111	139
3,50	286	571	71
7,00	143	286	36
14,00	71	143	18
21,00	48	95	12

Tab. 2-5 : Exemple d'un tableau relatif à la distance minimale entre fronts

Déterminer le capteur approprié pour la commande existante :

Exemple (voir Tab. 2-4) :

Suppositions :

- Votre commande peut détecter une distance min. entre fronts de 0,5 μ s. Si aucun capteur n'est présent avec cette distance min. entre fronts, choisir un capteur avec une distance entre fronts plus grande.
- La vitesse de déplacement max. du système doit s'élever à 1 m/s.

Détermination du capteur approprié :

- Vous avez besoin d'un capteur avec une distance min. entre fronts de 0,94 μ s
- Pour un déplacement max. de 1 m/s, choisissez le type avec la résolution 2 μ m

Déterminer la commande appropriée pour le capteur existant

Quelle fréquence de comptage max. la commande doit-elle avoir ? La période du signal d'entrée correspond à la quadruple distance entre fronts.

La fréquence max. du signal d'entrée s'élève ainsi à $1/(4 \times \text{distance entre fronts})$.

Exemple :

Avec une distance entre fronts de 0,94 μ s, la fréquence max. du signal d'entrée est de $1/(4 \times 0,94 \mu\text{s}) = 266 \text{ kHz}$.
La fréquence de comptage max. pour une quadruple évaluation = $1/\text{distance entre fronts} = 1/0,94 \mu\text{s} = 1,064 \text{ MHz}$.

La fréquence de comptage minimale est déterminée à partir de la distance minimale entre fronts ; cette fréquence doit être maîtrisée par l'unité d'exploitation : fréquence de comptage minimale = $1/\text{distance minimale entre fronts}$.

En conséquence, la fréquence d'échantillonnage doit présenter le double de la fréquence de comptage.

La fréquence des signaux A et B est de 1/4 de la fréquence de comptage minimale. Les relations sont représentées dans le Tab. 2-2.

Liste de contrôle pour la mise en service et en cas de maintenance

- Bande magnétique fixée conformément à FMEA ?
- Orientation bande magnétique par rapport à tête de capteur correcte ?
- En option : bande de recouvrement en place ?
- Tête de capteur fixée conformément à FMEA ? Couple réglé : _____
- Tête de capteur raccordée correctement ?
- Tension d'alimentation correcte ?
- Signaux de sortie raccordés avec respect des pôles et des phases ?
- Tous les connecteurs vissés ?
- Câble sur tête de capteur non soumis à traction ?
- Câble posé de telle manière qu'un minimum de perturbations puisse être propagé par d'autres câbles ?
- Distance maximale entre la tête de capteur et la bande magnétique non dépassée sur la totalité de la zone de mouvement ?
- Déport latéral entre la tête de capteur et la bande magnétique non dépassée sur la totalité de la zone de mouvement ?
- Résistance terminale de 120 Ω raccordée / activée entre les signaux différentiels +sin/-sin et +cos/-cos ?
- Essai de fonctionnement avec mouvement manuel : tous les signaux +sin, -sin, +cos, -cos parviennent-ils à la commande avec respect des amplitudes et des phases ?
- Direction des signaux électriques correcte ?
- Détermination de la longueur du phaseur $Z = \sqrt{A^2 + B^2}$ activée ?
- Essai de fonctionnement : mouvement motorisé à vitesse maximale ?
- La longueur du phaseur est-elle déterminée correctement à la vitesse de déplacement maximale ?

Interfacce per encoder magnetico BML

Informazione di base



www.balluff.com

1	Avvertenze per l'utente	4
1.1	Validità	4
1.2	Simboli e segni utilizzati	4
1.3	Abbreviazioni utilizzate	4
1.4	Terminologia utilizzata	4
2	Interfacce	5
2.1	Interfaccia IO-Link	5
2.2	Interfaccia SSI	7
2.2.1	Principio	7
2.2.2	Interrogazione SSI errata	8
2.2.3	Display/Controller per SSI	8
2.3	Interfaccia BiSS-C	9
2.3.1	CRC	10
2.3.2	EDS	11
2.4	Interfaccia DRIVE-CLiQ	13
2.5	Interfaccia quadratura assoluta	14
2.6	Interfaccia analogica sin/cos (1Vpp)	16
2.6.1	Funzione punto di riferimento periodica polare	16
2.6.2	Modifica del riferimento di fase di A(sin), B(cos), Z	17
2.6.3	Enhanced Preset	18
2.7	Interfaccia analogica sin/cos (1Vpp) per sicurezza funzionale	19
2.7.1	Avvertenze generali	19
2.7.2	Analisi dell'interfaccia G incrementale sicura	19
2.7.3	Valutazione <i>Valore assoluto sicuro</i> in combinazione con l'interfaccia G	20
2.7.4	Requisiti di sicurezza per l'allacciamento elettrico	20
2.7.5	Utilizzo	21
2.8	Interfaccia digitale A/B/Z (RS422/HTL)	23
2.8.1	Sistema di misura digitale incrementale	23
2.8.2	Relazione tra velocità di traslazione massima, risoluzione e distanza fronte	24
3	Appendice	25
	Checklist per la messa in funzione e per la manutenzione	25

1

Avvertenze per l'utente

1.1 Validità

Questo manuale descrive le interfacce elettriche dei sensori BML di Balluff e completano la documentazione delle famiglie di sensori.

Il documento descrive le seguenti interfacce:

- IO-Link
- SSI
- BiSS-C
- DRIVE-CLiQ
- Quadratura assoluta
- Analogica sin/cos (1Vpp)
- RS422/HTL A/B
- Interfaccia G (segnale di posizione sicuro sotto il profilo funzionale)

Non tutte le interfacce sono disponibili per ciascun sensore. Nel rispettivo manuale d'uso sono riportate le interfacce possibili con i relativi parametri specifici (livello, timing, ecc.).

Le istruzioni sono rivolte a personale qualificato. Leggere le istruzioni prima di installare e mettere in funzione l'encoder.

1.2 Simboli e segni utilizzati



Avvertenza, suggerimento

Questo simbolo identifica le avvertenze generali.

1.3 Abbreviazioni utilizzate

1Vpp	Interfaccia sin/cos incrementale
BiSS	Interfaccia sincrono-seriale bidirezionale
CDM	Control Data Master
CDS	Control Data Slave
Clk	Clock, segnale d'impulso
CRC	Controllo di ridondanza ciclico (Cyclic Redundancy Check)
Data	Segnale dati seriale
EDS	Scheda tecnica elettronica (Electronic Data Sheet)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
Evento FW	Errori/avvertenze vengono trasmessi nel record di dati seriale.
PL	Livello di performance
SIL	Livello di integrità della sicurezza
SSI	Interfaccia seriale sincronica (Synchronous Serial Interface)
VH	Corsa di riferimento virtuale (Virtual Homing)

1.4 Terminologia utilizzata

Posizione assoluta	Posizione misurata all'interno del sistema delle coordinate della posizione fisica nota
Posizione fisica nota	Posizione definita in modo univoco nell'impianto in cui ad esempio un sensore di riferimento o un finecorsa meccanico definisce il sistema di coordinate della posizione misurata assoluta.
Posizione assoluta reale	Posizione assoluta effettiva all'interno dell'impianto
Posizione precisa	Valore di posizione interpolato dell'interfaccia sin/cos, ad es. nel periodo 1/1000
Posizione approssimativa	Quadrante dell'interfaccia sin/cos
Corsa di riferimento iniziale	Prima corsa di riferimento su una posizione fisica nota
Valore assoluto generato incerto	Il valore assoluto non deve essere utilizzato senza plausibilizzazione rispetto al segnale incrementale sicuro per applicazioni orientate alla sicurezza.
Lunghezza indicatore	Grandezza numerica rilevata dai quattro segnali sin/cos

2

Interfacce

2.1 Interfaccia IO-Link

i Il file IODD può essere richiesto in Internet all'indirizzo **www.balluff.com** o inviato via e-mail all'indirizzo **service@balluff.de**.

i Informazioni e descrizioni approfondite relative al protocollo e ai profili sono disponibili online all'indirizzo <https://www.io-link.com>.

Aspetti generali

IO-Link integra sensori e attuatori convenzionali e intelligenti in sistemi di automazione ed è previsto come standard di comunicazione tra i classici bus di campo. La trasmissione indipendente da bus di campo sfrutta già i sistemi di comunicazione presenti (bus di campo o sistemi basati su Ethernet).

Gli IO-Link Device, quali sensori e attuatori, vengono collegati in una connessione punto-punto tramite un gateway, l'IO-Link Master, al sistema di controllo. Gli IO-Link Device sono collegati con cavi sensore standard non schermati normalmente reperibili in commercio. La comunicazione si basa su un protocollo UART standard con una modulazione di impulso a 24 V in modalità semi-duplex. In questo modo è possibile una classica dotazione a due o tre conduttori.

Protocollo

Nella comunicazione IO-Link, IO-Link Master e IO-Link Device si scambiano ciclicamente dati.

In questo protocollo vengono trasmessi sia dati di processo sia dati necessari, quali parametri o dati di diagnosi. I dati di processo vengono trasmessi ciclicamente con il tempo di ciclo impostato. Il trasferimento dei dati necessari può richiedere diversi cicli. In linea di principio, una comunicazione IO-Link viene inizializzata dal master e il dispositivo risponde alle richieste del master.

Tempo di ciclo

Il tempo di ciclo (Master Cycle Time) è determinato dai seguenti due parametri: il tempo di ciclo minimo possibile (Min Cycle Time) stabilito dall'IO-Link Device e il tempo di ciclo minimo del master. Il tempo di ciclo viene impostato automaticamente dal master in modo che corrisponda alle capacità di entrambi i componenti.

Versione protocollo 1.0 / 1.1

Nella versione protocollo 1.0 sono stati trasmessi dati di processo superiori a 2 byte distribuiti su più cicli. Dalla versione protocollo 1.1 vengono trasmessi tutti i dati di processo disponibili in un frame. Pertanto il tempo di ciclo (Master Cycle Time) è identico al ciclo dati di processo.

i I sensori BML di Balluff sono conformi alla versione protocollo 1.1. Se l'IO-Link Device viene utilizzato su un IO-Link Master con la versione protocollo 1.0, risultano tempi di trasmissione più lunghi (ciclo dati di processo ~ numero dati di processo × Master Cycle Time).

Index/Subindex

In linea di principio, l'accesso ai parametri avviene tramite Index/Subindex.

I vari indici sono definiti dallo standard IO-Link. Così, ad esempio, vengono stabiliti gli indici per i comandi di sistema, l'identificazione e il manager parametri. Inoltre, i dispositivi Balluff definiscono i propri indici. Questi sono riportati nel manuale d'uso del rispettivo sensore o nell'IODD.

Gestione dei parametri

Nella versione protocollo 1.1 è definito un manager parametri che consente la memorizzazione di parametri Device sull'IO-Link Master. In caso di sostituzione di un IO-Link Device è possibile acquisire i dati parametrici del precedente IO-Link Device. L'utilizzo di questo manager parametri dipende dall'IO-Link Master utilizzato e dovrebbe essere dedotto dalla relativa descrizione.

Messaggi di errore

Se una parametrizzazione non ha esito positivo, vengono memorizzati i seguenti messaggi di errore:

Codice errore	Messaggio di errore
0x8011	Index not available
0x8012	Subindex not available
0x8020	Service temporarily not available
0x8030	Value out of Range
0x8033	Parameter Length overrun
0x8034	Parameter Length underrun
0x8036	Function temporarily unavailable
0x8040	Invalid parameter set
0x8082	Application not ready

Tab. 2-1: Messaggi di errore specifica IO-Link

2

Interfacce (continua)

IODD

Nell'IODD vengono rappresentati i parametri dispositivo, la natura dei dati di processo e le caratteristiche del dispositivo. Per ciascun DeviceID è assegnato univocamente un IODD, che rappresenta lo specifico modello di dati associato.

Le informazioni memorizzate nell'IODD possono essere utilizzate nell'applicazione del cliente per facilitarne l'utilizzo. I testi di tali informazioni sono riportati anche nel manuale d'uso.

Profilo Smart Sensor

Il *Profilo Smart Sensor* stabilisce funzioni e parametri che devono supportare un sensore IO-Link. I dispositivi conformi al profilo supportano dati di identificazione e metadati relativi ai dati di processo.

Profilo Smart Sensor Ed. 2

Il *Profilo Smart Sensor Ed. 2* aumenta la compatibilità tra i sensori IO-Link dei vari produttori. I sensori di un particolare tipo di profilo hanno una struttura dei dati di processo univoca.

2

Interfacce (continua)

2.2 Interfaccia SSI

Segnale differenziale RS422

i Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

Commutazione consigliata per l'analisi:

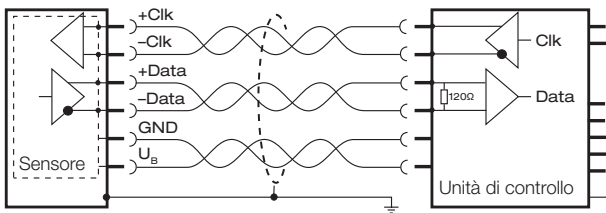


Fig. 2-1: Esempio di collegamento per un sensore con unità di controllo

i I fili di Clk, dati e tensione di alimentazione devono essere cordati a coppie nel cavo (vedere Fig. 2-1).

Gli impulsi di Clock possono essere inviati solo se la tensione di alimentazione è applicata sul sistema di misurazione.

i Sull'output dati del sensore, nell'unità di controllo deve essere presente una resistenza di 120 Ω, poiché altrimenti possono derivare risultati di misura falsati.

2.2.1 Principio

SSI è l'acronimo di Synchronous Serial Interface e descrive un'interfaccia sincrona digitale con una linea di clock differenziale ed una linea dati differenziale.

Con il primo fronte di discesa (momento trigger) la parola dati da emettere viene salvata nel sensore. L'emissione dei dati avviene con i primi fronti di salita dell'impulso, vale a dire che il sensore emette un bit sulla linea dati per ogni fronte di salita. In fase di richiesta dei bit dati osservare pertanto le capacità della linea e i ritardi dei driver t_v nell'unità di controllo.

La frequenza d'impulso f_{Clk} dipende dalla lunghezza del cavo. Il tempo t_m indicato come tempo monoflop, viene avviato con gli ultimi fronti di discesa ed emesso come livello Low con gli ultimi fronti di salita. La linea dati rimane su Low, finché il tempo t_m non scade. In seguito il sensore è pronto alla ricezione del prossimo pacchetto clock.

i Il significato dei bit e la relazione tra la lunghezza del cavo massima ed il clockrate è descritto nel manuale d'uso del sensore.

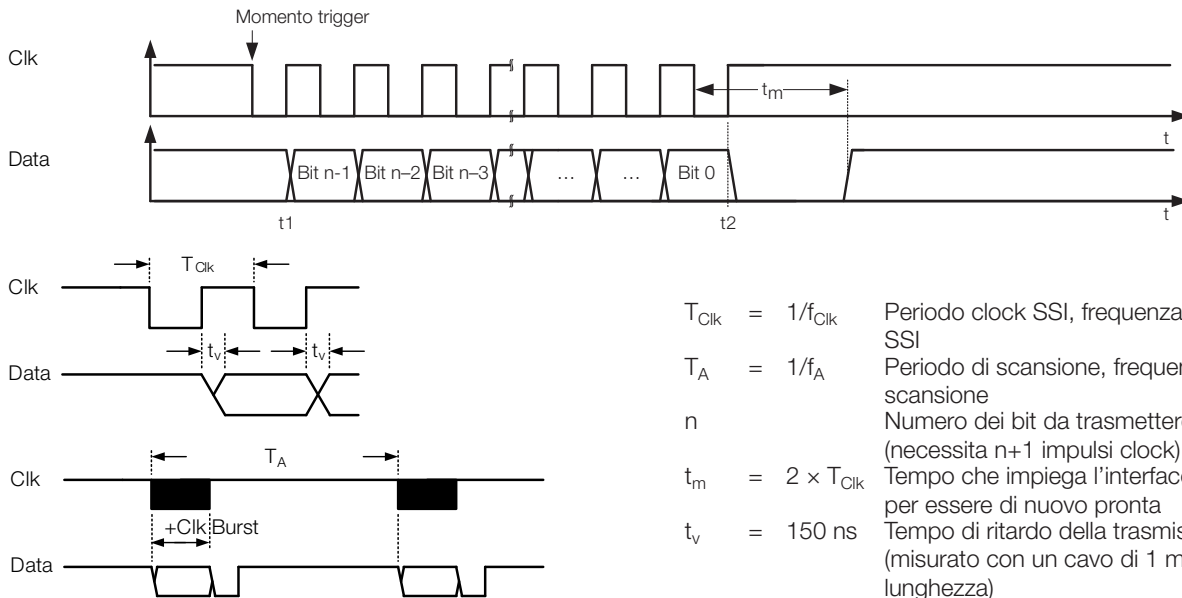


Fig. 2-2: Segnali dell'interfaccia SSI

Bit n-1	Bit n-2	...	Bit 1	Bit 0	Valore decimale
0	0		0	1	1
0	0		1	0	2
0	0		1	1	3

Tab. 2-2: Valore dei bit trasmessi nella trasmissione binaria

2

Interfacce (continua)

2.2.2 Interrogazione SSI errata

Sincronizzazione troppo rapida

i Questo caso di errore è descritto nel manuale d'uso del sensore.

Sottosincronizzazione

In caso di pochi fronti di impulso per il tempo t_m viene mantenuto il livello dati presente dopo l'ultimo fronte negativo del +Clk. Se entro il tempo t_m si verifica un fronte positivo, viene emesso il bit successivo. Se il tempo t_m è scaduto, l'output +dati passa ad High. Il livello High viene mantenuto fino al prossimo aumento del clock.

Sovrasincronizzazione

In caso di troppi fronti di impulso l'output dati passa a Low al termine del numero corretto di impulsi. Con tutti gli altri fronti negativi di +Clk, il tempo t_m viene nuovamente avviato. Alla scadenza del tempo t_m l'output +dati passa di nuovo ad High.

Adattamento numerico risoluzione

Tramite una sovra o sottosincronizzazione mirata, è possibile raddoppiare o dimezzare la risoluzione numerica del sensore.

Esempio

Supposto che il sensore abbia una risoluzione di $1 \mu\text{m}$ ed il numero dei bit sia 25.

- Il bit dati nel 25° Clk ha il valore di $1 \mu\text{m}$
- Il bit dati nel 24° Clk ha il valore di $2 \mu\text{m}$
- Il bit dati nel 23° Clk ha il valore di $4 \mu\text{m}$
- etc.

Se l'unità di controllo emette solo 24 impulsi di clock, il sensore può emettere solo stadi da $2 \mu\text{m}$. Per l'unità di controllo è come se il sensore avesse una risoluzione di $2 \mu\text{m}$. Ciò significa che con una corsa di traslazione di 1 mm la posizione non cambia di 1000 incrementi, bensì di soli 500 incrementi.

Se l'unità di controllo emette troppi impulsi di clock, matematicamente la risoluzione del sensore diminuisce.

- Il bit dati con il 25° Clk ha il valore di $1 \mu\text{m}$
- Il bit dati nel 26° Clk è pari a zero ed ha il valore di $1/2 \mu\text{m}$
- Il bit dati nel 27° Clk è pari a zero ed ha il valore di $1/4 \mu\text{m}$
- etc.

Se l'unità di controllo emette 27 impulsi di clock, è come se per questa unità il sensore avesse una risoluzione di $1/4 \mu\text{m}$. Nello spostamento oltre ad 1 mm, cambia la posizione di 4000 incrementi in stadi di 4 incrementi ciascuno.

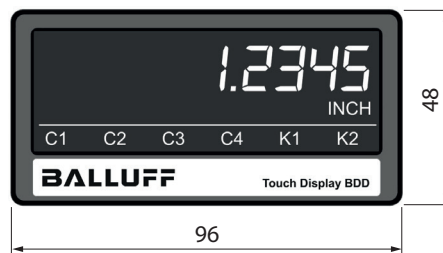
Se un'unità di controllo non supporta il numero di bit impostabile, è possibile sincronizzare con un altro numero di clock. Per un'analisi corretta del valore di misura occorre adattare la risoluzione per ciascun bit.

2.2.3 Display/Controller per SSI

Per l'interfaccia SSI sono disponibili i seguenti apparecchi di visualizzazione:

BDD Touch Display

Codice d'ordine: BAE010N



Profondità scatola 105 mm

- Interfaccia SSI Master (vedere Fig. 2-3) o Slave (vedere Fig. 2-4)
- 2 uscite relè programmabili
- 8 punti di commutazione possibili in funzione della direzione
- Visualizzazione multicolore



Fig. 2-3: Impiego come SSI Master

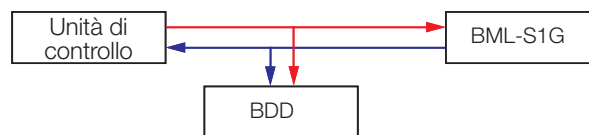


Fig. 2-4: Impiego come Slave

2

Interfacce (continua)

2.3 Interfaccia BiSS-C



Il file XML può essere richiesto all'indirizzo www.balluff.com o via e-mail all'indirizzo service@balluff.de.

Segnale differenziale RS422



Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

Commutazione consigliata per l'analisi:

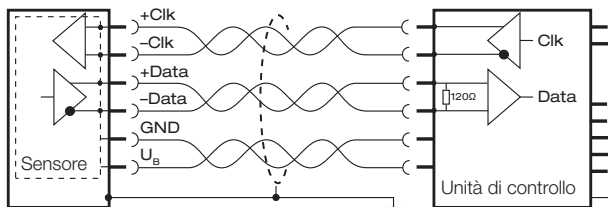


Fig. 2-5: Esempio di collegamento per un sensore con unità di controllo



I fili di Clk, dati e tensione di alimentazione devono essere cordati a coppie nel cavo (vedere Fig. 2-5).

Gli impulsi di Clock possono essere inviati solo se la tensione di alimentazione è applicata sul sistema di misurazione.



Per ulteriori informazioni vedere www.biss-interface.com.



Sull'output dati del sensore, nell'unità di controllo deve essere presente una resistenza di 120 Ω, poiché altrimenti possono derivarne risultati di misura falsati.

Per l'interfaccia BiSS-C, oltre ai dati di posizione, è possibile trasmettere bidirezionalmente anche i dati (dati di registro). La trasmissione dei dati di registro viene effettuata in parallelo alla trasmissione dei dati di posizione e non influenza il comportamento di misura del sistema. Le teste sensore Balluff BiSS-C possono essere collegate all'unità di controllo tramite un collegamento punto-punto.

La trasmissione è controllata tramite CRC, ovvero l'unità di controllo può verificare se i dati trasmessi sono stati ricevuti correttamente. In caso di trasmissione errata è possibile rifiutare i dati e richiederne di nuovi.

La trasmissione (come illustrato in Fig. 2-6) offre le seguenti possibilità:

- Viene trasmesso additionally un bit di errore e uno di avviso.
- Una trasmissione dati bidirezionale sicura è sempre a disposizione (comunicazione di registro).
- È possibile una compensazione della durata della linea di clock e della linea dati. In questo modo è possibile raggiungere lunghezze linee superiori ovvero velocità dati maggiori.

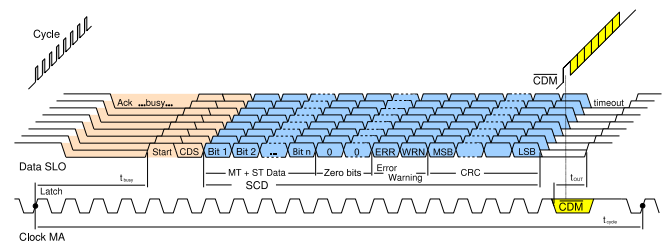


Fig. 2-6: Andamento del segnale interfaccia BiSS-C

- Con il primo fronte di salita (momento trigger) l'unità di controllo segnala di richiedere un valore dal sensore. Il valore di misurazione valido in questo momento viene trasmesso nella successiva trasmissione dati.
- Con il secondo fronte di salita del clock, il sensore conferma la richiesta dati attraverso un Low sulla linea dati.
- La differenza di tempo tra il secondo fronte di salita del clock e il primo Low della linea dati del sensore corrisponde alla durata di entrambi i segnali. Si verifica per tutti gli altri fronti del frame e pertanto può essere compensato nell'unità di controllo. In questo modo, rispetto alle interfacce SSI, è possibile realizzare lunghezze cavi sostanzialmente superiori o velocità dati superiori.
- Esempio: dati con una velocità Clk di 1 MHz possono essere trasmessi ad es. fino a 400 m. Senza compensazione del ciclo sono possibili solo circa 20 m.
- Tutti gli altri bit che il sensore trasmette vengono emessi durante il fronte di salita successivo.
- Durante il tempo t_{busy} il sensore prepara i dati. Al termine di questa operazione, il sensore imposta il segnale dati su high (bit di avviamento). Iniziando con il CDS, il sensore trasmette infine con ciascun ciclo un bit dei dati. Il bit dati è l'eco dei bit CDM che è stato ricevuto nell'ultimo record di dati oppure un bit dei dati di registro richiesti.
- Successivamente i dati vengono trasmessi da Bit1 a Bitn.
- Seguono rispettivamente un bit di errore e uno di avviso e il CRC.
- Comunicazione di registro: con ogni frame è possibile trasmettere un bit dall'unità di controllo al sensore. Al riguardo durante il tempo t_{rn} (timeout = $2 \times t_{clk}$) è possibile impostare il segnale di clock dell'unità di controllo su High o su Low. Il sensore lo riconosce come un bit High o Low (CDM) e lo rispecchia nel bit CDS nel frame successivo. In questo modo, l'unità di controllo può stabilire se il bit è stato riconosciuto correttamente (trasmissione controllata).

2

Interfacce (continua)

- Attraverso la trasmissione di un bit per frame è possibile accedere in lettura o scrittura a diversi indirizzi nel sensore attraverso più frame. Qui sono disponibili ulteriori informazioni su errori o avvisi. È possibile anche memorizzare e leggere i dati utente (vedere Fig. 2-6).

2.3.1 CRC

Per assicurare l'integrità dei dati, nell'unità di controllo viene impiegato il controllo di ridondanza ciclico (acronimo CRC). Al riguardo viene calcolato rispettivamente nel sensore e nell'unità di controllo un valore di controllo dei dati trasmessi per poi confrontarli tra loro. Se entrambi i valori coincidono, i dati sono stati trasmessi correttamente. Se entrambi i valori sono diversi, i dati sono stati trasmessi in modo errato e il valore di posizione deve essere nuovamente richiesto.

Nei sensori Balluff l'unità di controllo viene parametrata come segue :

CRC: 6 bit (trasmissione invertita)

Il polinomio contatore per la definizione CRC è 0x43 (hex), 67 (dec) o 1000011 (bin).

BiSS C unidirezionale

Vengono trasmessi solo i dati dal sistema di misura all'unità di controllo. Non sussiste o non viene utilizzata la possibilità di trasmettere informazioni supplementari (come ad es. comunicazione di registro per BiSS C).

Posizione/logica dei segnali per BiSS C unidirezionale:

In Fig. 2-7 è rappresentata la sequenza temporale dei singoli bit.

Il CDS/CDM è sempre High, successivamente arrivano i bit 1 fino a n. Successivamente viene trasmesso un bit di errore e uno di avviso. Il bit di errore e di avviso nel record di dati è Active Low. Se non è presente alcun errore/avviso entrambi i bit sono High.



Il significato/la validità dei bit sono rappresentati nella Tab. 2-2 a pagina 7.

BiSS C bidirezionale

Per l'interfaccia BiSS-C, come per l'interfaccia SSI vengono trasmessi errori/avvisi (eventi FW) nel record di dati seriale. Inoltre, il tipo di evento può essere interrogato tramite comunicazione di registro.

Come per le interfacce unidirezionali, i bit errore e avviso vengono trasmessi nel flusso di dati seriale dopo i dati di posizione e prima del CRC. In Fig. 2-6 sono rappresentati i rapporti temporali. Il bit di errore e di avviso nel record di dati viene trasmesso Active Low. Se non è presente alcun errore/avviso entrambi i bit sono High.

Byte di errore, byte di avviso:

Tramite i dati di registro, l'unità di controllo può leggere l'esatta causa o avviso di errore. Il byte di errore è presente sull'indirizzo di registro BiSS 0x48, il byte di avviso sull'indirizzo di registro BiSS 0x49. Qui sono codificate bit per bit le diverse cause e avvisi di errori.



Il significato dei bit di errore e di avviso è descritto nel manuale d'uso del sensore.

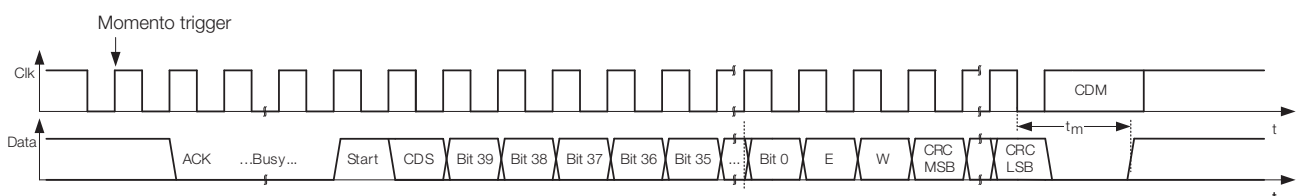


Fig. 2-7: Segnali interfaccia BiSS-C (unidirezionale)

2.3.2 EDS

EDS, scheda tecnica elettronica, area User:

Questa funzione di BiSS C consente all'utente di archiviare e/o leggere bit per bit in modo permanente qualsiasi dato specifico nell'EEPROM del sensore tramite comunicazione di registro.

L'intero spazio di indirizzamento EEPROM è suddiviso in tre aree:

– **Hidden**

L'utente non vi ha accesso.

– **Read Only** (area EDS)

Quest'area è di sola lettura. In questa area è memorizzata la *Electronical Datasheet* (EDS) salvata sul dispositivo. Fornisce informazioni sul dispositivo relative ai parametri di comunicazione e al profilo del dispositivo attivo del sensore. Il profilo del dispositivo contiene informazioni sulle caratteristiche di misurazione. In generale, è possibile leggere le seguenti caratteristiche:

- Tipo di sensore
- Precisione del sensore
- Lunghezza e significato dei dati di processo
- Presupposti di temporizzazione
- Requisiti di valore limite per l'alimentazione.

– **Read/Write** (area User)

Qui è disponibile un determinato numero di byte in singoli banchi ciascuno con 64 byte (vedere manuale d'uso del sensore). Qui si possono ad esempio memorizzare i dati di montaggio meccanici del sensore, la data di montaggio, il codice d'ordine del sensore ecc.



Ulteriori informazioni sui singoli profili sono disponibili all'indirizzo <http://biss-interface.com>.

Lo spazio di indirizzamento registro BiSS (0x00...0x7F) è suddiviso in due aree:

1. Un'area di **banco commutabile** (0x00...0x3F), che, in funzione del banco selezionato, rappresenta diverse aree EEPROM.

In Fig. 2-8 è rappresentata la relazione esistente tra lo spazio di indirizzamento registro BiSS-C e lo spazio di indirizzamento EEPROM. L'attuale area di indirizzamento EEPROM visibile può essere selezionata tramite il banco sull'indirizzo registro BiSS-C 0x40. Il contenuto del banco selezionato viene raffigurato nell'area di indirizzamento registro 0x00...0x3F.

A seconda del banco, non è possibile alcun accesso, oppure è possibile l'accesso in lettura o l'accesso in lettura e scrittura.

2. Un'area **fissa** alla quale è sempre possibile accedere in scrittura e in lettura indipendentemente dal banco selezionato (0x40...0x7F). Attraverso quest'area è possibile selezionare il banco che deve essere elaborato.

Le seguenti informazioni possono essere lette:

- Avvisi e errori del sensore
- Banco dove inizia la scheda tecnica elettronica
- Banco attualmente selezionato

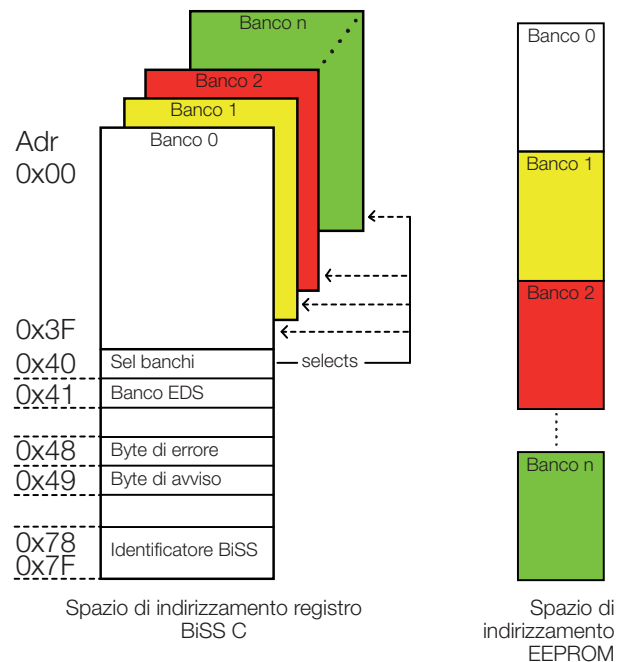


Fig. 2-8: Spazio di indirizzamento registro BiSS C

Per la lettura/scrittura dell'area USER è necessario prima leggere la configurazione dall'area EDS:

All'indirizzo di registro BiSS-C 0x41 viene letto il banco EDS. Il valore dall'indirizzo 0x41 viene poi registrato nell'indirizzo di registro 0x40 (selezione banco). Sono quindi disponibili le seguenti informazioni:

- Indirizzo 0x00 - la versione EDS,
- Indirizzo 0x01 - il numero dei banchi EDS,
- Indirizzo 0x02 - l'inizio del banco dell'area User
- Indirizzo 0x03 - l'ultimo banco dell'area User.

Nell'area User è possibile leggere e scrivere qualsiasi dato. Questi dati vengono salvati permanentemente nella EEPROM. L'area User è liberamente utilizzabile, i dati possono essere archiviati in base alle necessità su diversi banchi: codifica ASCII o binaria, scrittura in chiaro o cifrata, con o senza protezione CRC.

Dopo la registrazione di un banco dell'area User sull'indirizzo 0x40, nello spazio di indirizzamento 0x00...0x3F è possibile leggere e scrivere qualsiasi dato. In un altro banco dell'area User è possibile scrivere e leggere altri dati sugli stessi indirizzi 0x00...0x3F, senza che vengano sovrascritti i dati di altri banchi. I dati che sono archiviati nell'area User sono sempre disponibili, quindi anche dopo la disattivazione e la riattivazione del sistema. Se si deve scrivere su altri banchi al di fuori dell'area User, si presenta un messaggio di errore.

Per il seguente esempio viene utilizzata questa sintassi:

n	=	[0x41]	Descrizione di n con il contenuto dell'indirizzo 41 (hex)
[0x40]	=	7	Scrittura del valore 7 all'indirizzo 0x40 (hex)

Esempio di scrittura e lettura di tre byte in due banchi User:

Letture dell'EDS (lettura della definizione dell'area User)

n	=	[0x41]	(EDS inizia sul banco n, qui ad es. 1)
[0x40]	=	n	(viene selezionato il banco EDS)
num	=	[0x01]	(viene letto il numero dei banchi EDS, ad es. 8)
User_beg	=	[0x02]	(viene letto l'inizio dell'area User, ad es. 0x09)
User_last	=	[0x03]	(viene letto l'ultimo banco dell'area User, ad es. 0x0F)

Descrizione dell'area User

[0x40]	=	User_beg	(selezionare il primo banco dell'area User, qui 0x09)
[0x00]	=	0x11	(inserire un valore qualsiasi nel primo indirizzo del primo banco)
[0x3F]	=	0x1F	(inserire un valore qualsiasi nell'ultimo indirizzo del primo banco)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(selezionare il secondo banco dell'area User)
[0x00]	=	0x21	(inserire un valore qualsiasi nel primo indirizzo del secondo banco)
...			

Attivazione/disattivazione opzionale

Letture dell'area User descritta

[0x40]	=	User_beg	(selezionare il primo banco dell'area User)
n	=	[0x00]	(n diventa 0x11, valore superiore)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(selezionare il secondo banco dell'area User)
n	=	[0x00]	(n diventa 0x21, valore superiore)
...			



Con l'identificatore BiSS, attraverso il file XML viene definito il formato dati ed il significato dei singoli bit. L'identificatore BiSS è descritto nel manuale d'uso del sensore. Scaricare questo file XML da www.balluff.com o richiederlo via mail all'indirizzo service@balluff.de.

2.4 Interfaccia DRIVE-CLiQ

DRIVE-CLiQ è un'interfaccia di comunicazione ad alte prestazioni (interne) su base Ethernet per sistemi Siemens SINAMICS, che consente uno scambio dati aciclico e ciclico. Con una velocità di trasmissione fino a 100 MBit/s, DRIVE-CLiQ dispone della potenza necessaria per le attività di regolazione. DRIVE-CLiQ è in grado di collegare tutti i tipi di componenti legati all'azionamento, come sensori, attuatori ecc., all'unità di comando.

L'interfaccia offre i seguenti vantaggi:

- Configurazione automatica tramite targhetta di identificazione elettronica
- Bassi oneri di configurazione
- Diagnosi pratica e veloce
- Cablaggio semplice e unificato

Informazioni più dettagliate per la configurazione e l'eliminazione degli errori sono presenti nel documento Siemens *SINAMICS List Manual* (per errori e avvisi vedere capitolo 4).



Il documento Siemens *SINAMICS List Manual* è disponibile all'indirizzo <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109763271>.

2

Interfacce (continua)

2.5 Interfaccia quadratura assoluta

i Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

L'interfaccia quadratura assoluta sfrutta l'interfaccia incrementale digitale A/B con segnale Z per trasmettere la posizione assoluta durante l'inserimento. In tal modo un'unità di controllo convenzionale a funzionamento incrementale presenta una funzionalità assoluta. Sull'unità di controllo non occorrono modifiche. Dopo l'inserimento non occorre alcuna corsa di riferimento e la posizione assoluta è immediatamente disponibile.

L'interfaccia quadratura assoluta è compatibile con l'interfaccia A/B/Z digitale. L'utente deve selezionare la risoluzione desiderata e la distanza fronte minima possibile (vedere Tab. 2-4 a pagina 24) conformemente all'unità di controllo utilizzata. Di conseguenza si genera la velocità di traslazione massima o il regime massimo nelle applicazioni rotative. La relazione va desunta nelle rispettive tabelle nel manuale d'uso del sensore. La Tab. 2-4 a pagina 24 è a titolo esemplificativo.

L'unità di controllo valuta i segnali conformemente a Fig. 2-26 a pagina 23 e ne rileva la posizione s_{AB}.

Comportamento di inserimento

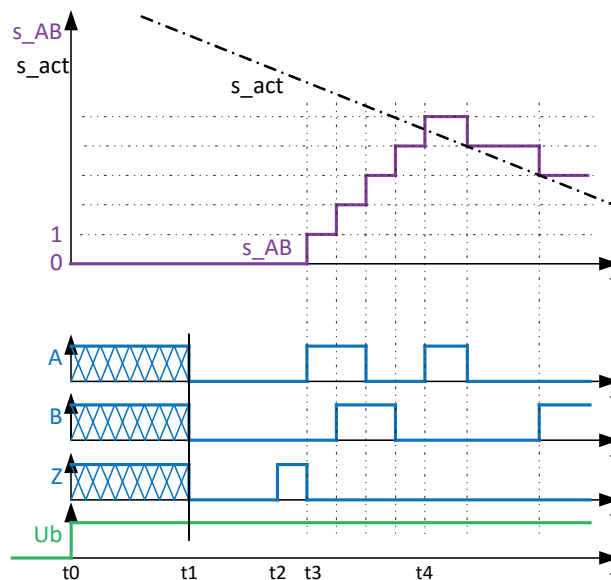


Fig. 2-9: Comportamento di inserimento

I rapporti temporali precisi durante l'inserimento sono descritti in Fig. 2-9: il sensore esegue un movimento in base a s_{act}. Con l'inserimento della tensione di alimentazione al momento t₀ tutte le uscite sono ad alta resistenza. Nel momento t₁, dopo il ritardo inserimento, tutte le uscite diventano a bassa resistenza ed ha inizio il ritardo di avviamento t_{VHstart_delay}. Dura fino al momento t₂. Ora ha inizio la corsa di riferimento virtuale V_H. Tra t₂ e t₃ viene emesso un impulso Z. Di conseguenza l'unità di controllo deve azzerare il proprio contatore di posizione interno. A partire da t₃ il sistema di misura genera incrementi A/B finché la posizione incrementale s_{AB} non ha raggiunto la posizione fisica della testa sensore s_{act}, al momento t₄. In tal modo l'unità di controllo conosce a partire da questo momento la posizione fisica. Tra t₂ e t₄ vengono emessi tutti i fronti con la distanza fronte minima. Successivamente il sistema di misurazione emette incrementi *normali* che seguono il movimento fisico s_{act}. Il tempo per V_H (t_{VH}) normalmente è di alcuni millisecondi e viene determinato nel seguente modo:

$$t_{VH} [\mu s] = \frac{\text{Lunghezza di misurazione } [\mu m] \times \text{distanza fronte minima } [\mu s]}{\text{Risoluzione } [\mu m/Ink]}$$

i La distanza fronte e la risoluzione sono definite nel manuale d'uso del sensore.

Fino al momento t₄ non occorre eseguire alcun movimento regolato.

La durata può essere ridotta, se all'inizio dell'intervallo di misura si esegue la funzione *Preset*.

Ad ogni superamento del punto zero, viene emesso un impulso Z.

Risoluzione opzionale di VH con un ingresso

In opzione (vedere manuale d'uso del sensore) è possibile attivare una corsa di riferimento virtuale tramite la differenza dell'ingresso VH_{Req} . A tal fine questo ingresso deve essere per t_{VH} high. In Fig. 2-10 sono rappresentati i rapporti temporali: fino al momento t_2 segue la posizione s_{AB} con un offset della posizione fisica s_{act} . L'offset è indefinito fintanto che non è stato trasmesso alcun impulso Z. Al momento t_0 l'ingresso VH_{Req} diventa high. Allo scadere del tempo t_{VH} al momento t_1 , dopo $t_{VHstart_delay}$ al momento t_2 inizia la corsa di riferimento virtuale con gli stessi rapporti temporali come in Fig. 2-10.

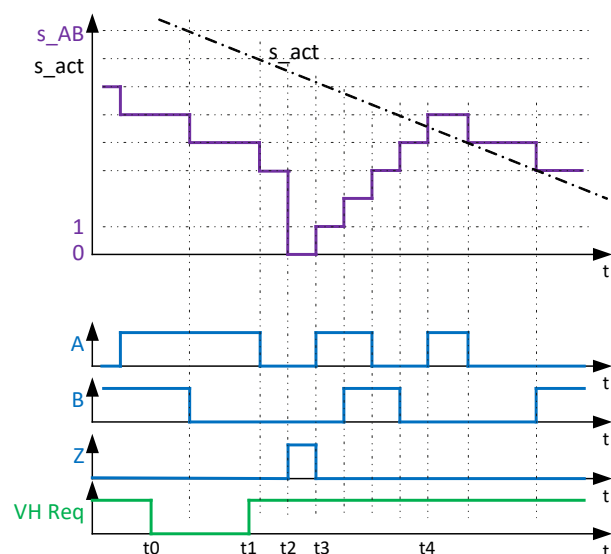


Fig. 2-10: Utilizzo dell'ingresso VH_{Req}

All'inserimento del sensore, vengono emessi incrementi della corsa di riferimento virtuale VH (vedere Fig. 2-9 a pagina 14). Inoltre questi incrementi vengono emessi ad ogni richiesta di VH_{Req} (vedere Fig. 2-10).

Segnale Busy anziché Z

Come ulteriore opzione (vedere manuale d'uso del sensore) è possibile emettere un segnale Busy anziché Z. In tal modo l'unità di controllo può riconoscere il momento in cui la corsa di riferimento virtuale termina. I rapporti temporali sono rappresentati in Fig. 2-11. La corsa di riferimento virtuale dura come in Fig. 2-10 da t_2 a t_4 . Durante il superamento della posizione zero non viene emesso alcun nuovo segnale Busy VH.

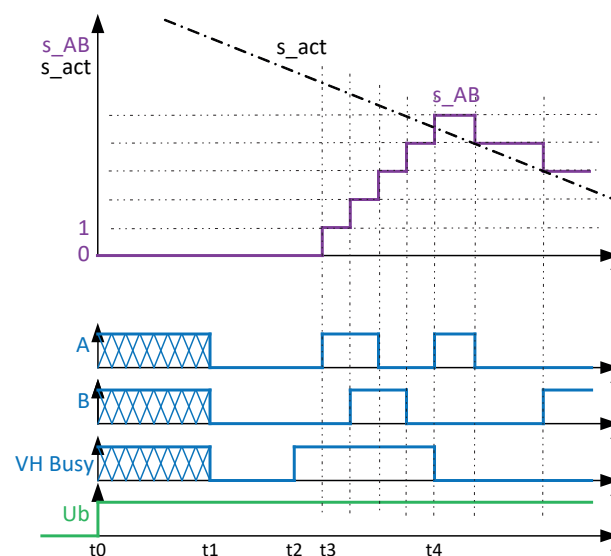


Fig. 2-11: Modalità operativa "VHBusy"

Andamento dell'errore Tri-State

Se il sensore rileva un difetto, commuta le sue uscite ad alta resistenza. L'unità di controllo può riconoscere questo stato come rottura del cavo.

Se il difetto non si verifica più, il sensore si comporta come durante l'inserimento. Il comportamento temporale è rappresentato in Fig. 2-9 o Fig. 2-11. Il caso di difetto è concluso al momento t_1 . Un difetto compare in particolare durante l'estrazione dal corpo di misura. Durante l'introduzione nel corpo di misura il difetto è nuovamente eliminato. Avviene una corsa di riferimento virtuale.

Motivi per una corsa di riferimento virtuale

Nelle seguenti condizioni viene eseguito VH (da t_2 a t_4 in Fig. 2-9...Fig. 2-11):

- Dopo l'inserimento
- Se il sensore ritorna allo stato di esercizio normale a seguito di un difetto
- Su richiesta tramite l'ingresso VH_{Req}
- Dopo aver eseguito la funzione *Preset*

2

Interfacce (continua)

2.6 Interfaccia analogica sin/cos (1Vpp)

i Se il segnale 1Vpp viene utilizzato in combinazione con l'interfaccia IO-Link, tramite i segnali IO-Link si possono accoppiare tensioni elevate di modo comune. Queste devono essere compensate dal circuito di valutazione.

i Per un funzionamento corretto il segnale sinusoidale +A (+sin) - (-A (-sin)) e il segnale cosinusoidale +B (+cos) - (-B (-cos)) devono essere valutati in funzione della direzione.

i Il significato dei segnali (sin, cos, A, B) differisce da produttore a produttore. Sincronizzare i segnali con la documentazione di controllo e cablare di conseguenza.

i Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

Nei segnali analogici sinusoidali e cosinusoidali +A (+sin), -A (-sin), +B (+cos) e -B (-cos) nonché nel segnale di riferimento opzionale +Z e -Z l'unità di controllo analizza la differenza delle ampiezze di segnale:

$$A(\sin) = +A(+\sin) - (-A(-\sin))$$

$$B(\cos) = +B(+\cos) - (-B(-\cos))$$

$$Z = +Z - (-Z)$$

L'unità di controllo si occupa quindi di interpolare dai segnali (ad es. con il fattore 1000) la posizione esatta all'interno di un periodo (Fig. 2-12). Questo valore interpolato viene definito posizione precisa. In caso di movimento per più periodi, l'unità di controllo conteggia anche il numero di periodi.

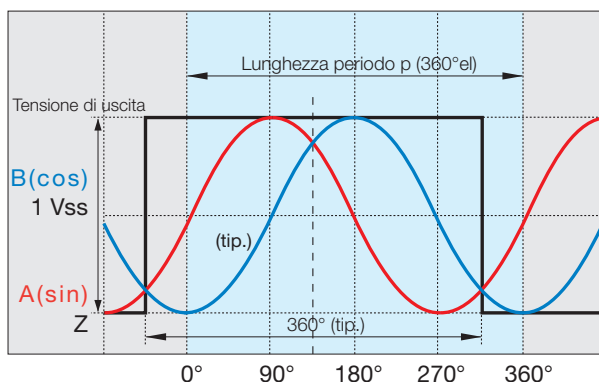


Fig. 2-12: Segnali dell'interfaccia sin/cos (1Vpp), il movimento in avanti corrisponde all'angolo crescente

Il sensore trasmette la grandezza di misurazione sotto forma di segnale differenziale analogico sinusoidale-cosinusoidale con un'ampiezza di circa $1 V_{ss}$ (valore picco-picco, 0,5...1,35 V). La lunghezza del periodo p è descritta nelle istruzioni del sensore. Se il sensore si trova oltre l'intervallo di lavoro specificato, la tensione diminuisce. L'impulso Z non è presente in ogni sensore. Esso è descritto nelle istruzioni del sensore.

Proposta di collegamento con anomalie di modo comune

Tramite accoppiamenti di anomalie di modo comune può accadere che l'interfaccia analogica venga disturbata. L'esempio di collegamento in Fig. 2-13 mostra un circuito di filtro con un amplificatore operazionale differenziale per un canale.

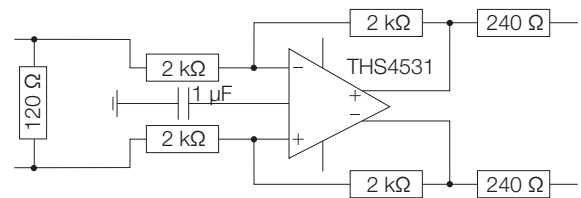


Fig. 2-13: Circuito di filtro con un amplificatore operazionale differenziale per un canale.

2.6.1 Funzione punto di riferimento periodica polare

Qui viene emesso il segnale del punto di riferimento Z in ogni periodo. Per motivi tecnici, la zona high del segnale Z è leggermente inferiore a 180° . Ma è sempre high all'intersezione di A(sin) e B(cos) (135°). Se l'unità di controllo venisse interpretata in modo errato, la fase del segnale sin/cos può essere spostata di conseguenza come riportato al capitolo 2.6.2.

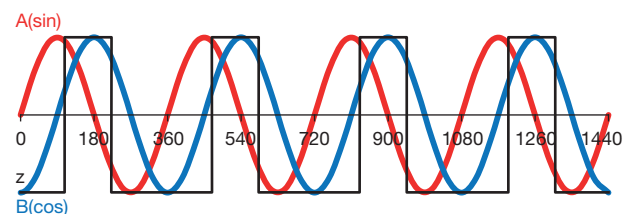


Fig. 2-14: Segnali della funzione punto di riferimento periodica polare

2

Interfacce (continua)

2.6.2 Modifica del riferimento di fase di A(sin), B(cos), Z

Di default, i 6 segnali di uscita del BML (+A(+sin), -A(-sin), +B(+cos), -B(-cos), +Z, -Z) vengono connessi ai rispettivi ingressi dell'unità di controllo (+si, -si, +co, -co, +z, -z). Sia $s = (+si) - (-si)$ e $c = (+co) - (-co)$.

Il relativo andamento del segnale come funzione della corsa è rappresentato in Fig. 2-15. z è sempre nella stessa posizione.

Alcune unità di controllo richiedono un altro riferimento di fase tra il segnale s, c e z. Scambiando i 4 segnali s e c, il riferimento di fase può essere spostato di un multiplo di 90°.

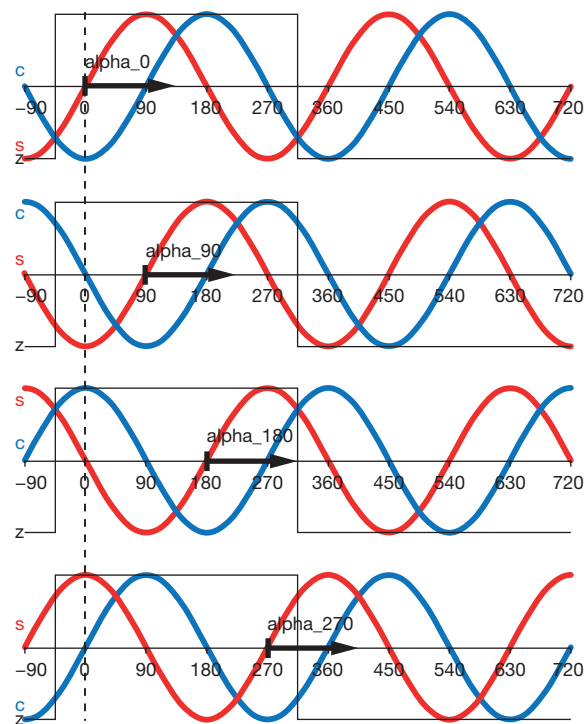


Fig. 2-15: Quattro diversi riferimenti di fase per s,c e z

In Fig. 2-16 è raffigurata la zona di cablaggio R per i rapporti di Fig. 2-15 alfa = 0. La zona di cablaggio R per le altre alfa può essere desunta dalla Tab. 2-3.

+A(+sin)	R	+si
-A(-sin)		-si
+B(+cos)		+co
-B(-cos)		-co
BML		Unità di controllo

Fig. 2-16: Zona di cablaggio per alfa = 0

In Tab. 2-3 sono riportate le relazioni di segnale per i 4 casi alfa = 0°, 90°, 180°, 270°.

alfa	0°	90°	180°	270°
s =	A(sin)	B(cos)	-A(sin)	-B(cos)
c =	B(cos)	-A(sin)	-B(sin)	A(sin)
R =				

Tab. 2-3: Relazione di segnale e zona di cablaggio per diverse alfa

2

Interfacce (continua)

2.6.3 Enhanced Preset

Alcuni BML assoluti consentono la modifica del riferimento del segnale sin/cos rispetto al valore di posizione assoluto. Ciò permette l'adattamento del sin/cos al sistema di riferimento (similmente al capitolo 2.6.2).

I vari produttori di controlli prescrivono un differente riferimento di fase: ad ogni periodo del segnale sin/cos, la posizione assoluta si modifica di un valore pari alla lunghezza del periodo. Ad esempio, se in un sistema con lunghezza periodo di 2 mm la posizione assoluta è 10000 mm, 12000 mm, 14000 mm..., l'angolo del segnale sin/cos è sempre uguale. Questo angolo si può impostare con la funzione *Enhanced Preset*. In Fig. 2-17 è raffigurato il riferimento angolare tra il segnale sin/cos e la posizione assoluta per i diversi angoli della funzione *Enhanced Preset*. I possibili angoli sono definiti nel manuale d'uso del BML.

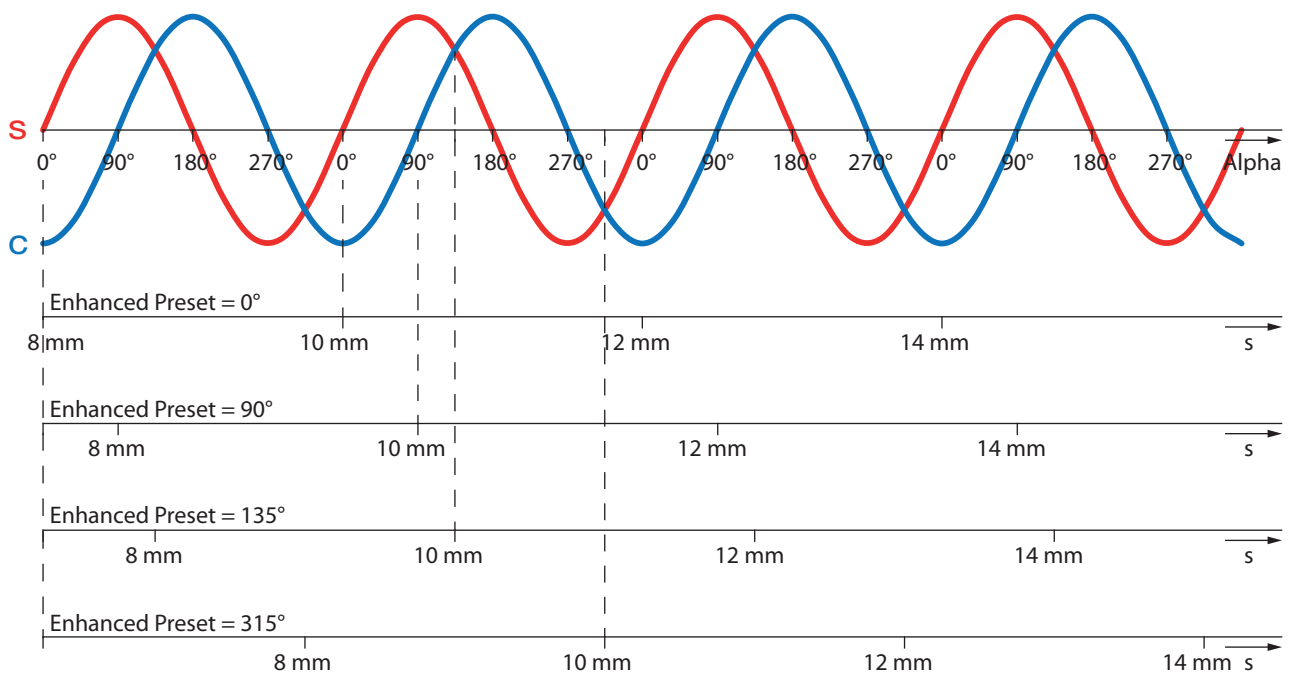


Fig. 2-17: Riferimento angolare tra il segnale sin/cos e la posizione assoluta per i diversi angoli della funzione *Enhanced Preset*

2.7 Interfaccia analogica sin/cos (1Vpp) per sicurezza funzionale

La valutazione della posizione dell'interfaccia G deve essere effettuata come per l'interfaccia sin/cos (1Vpp).

2.7.1 Avvertenze generali

I sensori BML con interfaccia G possono essere utilizzati nelle applicazioni orientate alla sicurezza fino al livello 2 di integrità della sicurezza (SIL 2) conformemente a EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508 o al livello di performance d (PL d) conformemente a EN ISO 13849-1.

I sensori della serie di prodotti *BML con interfaccia G* mettono a disposizione la funzione di sicurezza *Valore incrementale sicuro*. A tal fine è implementata un'analisi sicura ed una trasmissione dell'informazione incrementale della posizione approssimativa del sistema di misurazione tramite l'interfaccia analogica seno/coseno. Per le applicazioni relative alla sicurezza che utilizzano la funzione *Valore incrementale sicuro*, è possibile utilizzare esclusivamente la posizione approssimativa acquisita dal riconoscimento quadrante di A o B.

Anche alcuni sensori della serie di prodotti *BML con interfaccia G* mettono a disposizione la funzione di sicurezza *Valore incrementale sicuro*. A tal fine viene generato e trasmesso in modo incerto il valore di posizione assoluto. Tuttavia, esso viene rivaluto tramite una plausibilizzazione di ordine superiore rispetto all'informazione relativa sicura sulla posizione approssimativa per un valore assoluto sicuro con la precisione dell'informazione relativa sulla posizione approssimativa (vedere cap. 2.7.3 a pagina 20). Le altre interfacce dei sensori (BiSS, SSI, IO-Link, RS422, HTL...) non devono essere utilizzate solo di per sé in applicazioni orientate alla sicurezza!

Per un funzionamento sicuro occorre azionare il sensore in un'applicazione completa sicura. L'utente deve a tal fine osservare l'intera catena di sicurezza della funzione di sicurezza (ad es. impiego di un'unità di controllo di sicurezza) per determinare il SIL e il PL raggiunto.

Sono disponibili diversi sensori BML di Balluff con interfaccia G ed elencati nel documento *Sensori BML-SIL-2* (n. doc. 934186).



Il documento *Sensori BML-SIL-2* (n. doc. 934186) può essere richiesto in Internet all'indirizzo www.balluff.com oppure via mail a service@balluff.de.



Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

Inoltre, prestare attenzione a queste avvertenze delle rispettive istruzioni del sensore.

2.7.2 Analisi dell'interfaccia G incrementale sicura

Dai quattro segnali +A (+sin), -A (-sin), +B (+cos), -B (-cos) vengono formati i segnali differenziali A e B come segue:

$$A = +A (+\sin) - (-A (-\sin))$$

$$B = +B(+\cos) - (-B (-\cos))$$

Per le applicazioni relative alla sicurezza che utilizzano la funzione *Valore incrementale sicuro*, è possibile utilizzare esclusivamente la posizione approssimativa acquisita dal riconoscimento quadrante di A o B. A tal fine i livelli di trigger per il riconoscimento quadranti devono essere al massimo ± 100 mV.

L'unità di controllo di sicurezza deve eseguire il riconoscimento difetti determinando e sorvegliando la lunghezza dell'indicatore (Z) dei due segnali differenziale in base al seguente algoritmo:

$$Z = \sqrt{(A^2 + B^2)}$$

La lunghezza dell'indicatore Z deve essere determinata almeno con una frequenza di 500 kHz. A tal fine la lunghezza dell'indicatore Z deve essere monitorata sui limiti $Z_u = 0,25$ V e $Z_o = 0,675$ V. Se questi limiti vengono superati o non vengono raggiunti, occorre generare uno stato di sicurezza dell'intero sistema entro il tempo di sicurezza del processo.

Un difetto che si verifica nella testa del sensore può essere riconosciuto al più tardi dopo un movimento per un periodo superiore al monitoraggio della lunghezza dell'indicatore.

Il circuito di valutazione deve essere dimensionato in modo tale da poter determinare la lunghezza dell'indicatore con velocità di traslazione massima (velocità superficiale) v_{\max} e lunghezza del periodo p corrispondente dell'impianto.

La frequenza massima dei segnali A e B può essere determinata come segue:

$$f_{\max} = v_{\max} / p$$

La frequenza massima che si verifica nella determinazione dei quadranti si calcola come segue:

$$f_{\max} = 4 \times v_{\max} / p$$

Per la valutazione orientata alla sicurezza, si possono utilizzare solo i quadranti dei segnali sin/cos.

Un'interpolazione dei segnali sin/cos non è ammessa per il percorso di sicurezza. Per la regolazione di azionamenti al di fuori di una funzione di sicurezza, si possono tuttavia utilizzare segnali sin/cos interpolati (posizione precisa).

2.7.3 Valutazione Valore assoluto sicuro in combinazione con l'interfaccia G

La posizione assoluta non generata in modo sicuro (BiSS C, SSI, IO-Link...) dell'interfaccia seriale può essere valutata in combinazione con l'interfaccia G incrementale sicura come valore assoluto sicuro.

A tal fine occorrono i seguenti presupposti:

- Prima di utilizzare la funzione di sicurezza *Valore assoluto sicuro* durante la prima messa in funzione del sistema di misura occorre eseguire una traslazione verso il punto di riferimento iniziale su una posizione fisica nota per riconoscere la posizione reale assoluta.
- Durante l'utilizzo della funzione di sicurezza *Valore assoluto sicuro* occorre confrontare continuamente i valori di posizione assoluta misurati con la posizione incrementale messa a disposizione dal sensore. In caso di scostamento tra posizione relativa e posizione assoluta, occorre tener conto del valore assoluto come potenzialmente errato e non deve essere utilizzato in alcuna funzione di sicurezza. Il segnale incrementale sicuro può essere tuttavia considerato ancora in tal caso come non irregolare. Per poter considerare nuovamente il segnale assoluto come non irregolare, occorre ripetere la corsa di riferimento iniziale.
- Durante l'impiego della funzione di sicurezza *Valore assoluto sicuro* la posizione assoluta può essere valutata in modo sicuro al massimo con la precisione dei quadranti del segnale sin/cos, ossia con $\frac{1}{4}$ di periodo del segnale sin/cos.

Dopo il disinserimento ed il reinserimento, esistono due possibilità per riconoscere un difetto nel valore assoluto non sicuro:

Possibilità 1

L'utente deve assicurarsi che l'impianto in stato di disinserimento non sperimenti alcuna modifica di posizione ed assicuri la corretta attuazione di questa richiesta con misure adeguate per evitare questi errori (ad es. esecuzione di un FMEA). Inoltre, durante il disinserimento del sistema di misura, deve memorizzare in modo certamente persistente l'ultimo valore di posizione assoluto misurato. Al reinserimento del sistema di misura occorre misurare il valore attuale del valore di posizione assoluto e confrontarlo con il valore precedentemente memorizzato in modo sicuro. In caso di scostamento tra valore memorizzato e valore nuovo, occorre tener conto del valore assoluto come potenzialmente errato e non deve essere utilizzato in alcuna funzione di sicurezza. Il segnale incrementale sicuro può essere tuttavia considerato ancora in tal caso come non irregolare.

Per poter considerare nuovamente il segnale assoluto come non irregolare, occorre ripetere la corsa di riferimento iniziale.

Possibilità 2

L'utente deve assicurarsi che l'impianto in stato di disinserimento non sperimenti alcuna modifica della posizione superiore a $\pm\frac{1}{4}$ di periodo (corrispondente ad ± 1 di quadrante) ed assicuri la corretta attuazione di questa richiesta con misure adeguate per evitare questi errori (ad es. esecuzione di un FMEA). Inoltre l'utente deve salvare in modo sicuro durante la prima messa in funzione dell'impianto la posizione del cambio di quadrante del segnale incrementale sicuro relativamente al segnale assoluto per entrambe le direzioni di traslazione.

Al reinserimento del sistema di misura occorre misurare il valore attuale del valore di posizione assoluto e confrontarlo con il segnale incrementale sicuro in base alla posizione rilevata inizialmente del cambio di quadrante. Il valore del segnale assoluto sicuro deve trovarsi nello stesso quadrante che viene misurato in base al segnale incrementale sicuro. In caso di scostamento del quadrante riconosciuto tra segnale incrementale e segnale assoluto, occorre tener conto del valore assoluto come potenzialmente errato e non deve essere utilizzato in alcuna funzione di sicurezza. Il segnale incrementale sicuro può essere tuttavia considerato ancora in tal caso come non irregolare.

Per poter considerare nuovamente il segnale assoluto come non irregolare, occorre ripetere la corsa di riferimento iniziale.

2.7.4 Requisiti di sicurezza per l'allacciamento elettrico

Il sensore deve essere alimentato tramite un alimentatore PELV.

I segnali differenziali A (tra +A (+sin) e -A (-sin)) e B (tra +B (+cos) e -B (-cos)) devono essere sollecitati ciascuno con $120 \Omega \pm 10\%$.

È necessario garantire che non sia possibile fornire alimentazione esterna ai segnali sin / cos. Ciò riguarda, ad esempio, l'impiego di cavi a Y, la corretta posa dei cavi, l'utilizzo di connettori idonei ecc.

2.7.5 Utilizzo

Montaggio

Sincerarsi che la testa sensore ed il corpo di misura siano fissati in modo sicuro per tutta la durata nelle effettive condizioni ambientali. Una corretta configurazione e le misure per la prevenzione di errori vanno ad esempio assicurate con l'esecuzione di un FMEA. Istruire adeguatamente il personale addetto al montaggio ed all'assistenza.

Messa in funzione

Durante la messa in funzione occorre dapprima controllare il sistema di misura senza azionare il motore e la plausibilità del sistema di misura (ad es.: la corsa misurata di 1 m corrisponde effettivamente ad una corsa di traslazione di 1 m?). A tal fine occorre effettuare l'intera corsa di traslazione.

Nella seconda fase occorre effettuare l'intera corsa di traslazione in modo motorizzato. Non deve verificarsi alcuna anomalia durante il movimento (elevata accelerazione in una determinata posizione o forte rumorosità in una determinata posizione). Se il comportamento non è plausibile, occorre considerare il valore di posizione come errato.

Funzionamento

L'*intervallo del test di verifica* va desunto dalle istruzioni del sensore.

Messa fuori servizio

Durante la messa fuori servizio del BML sincerarsi che la funzione di sicurezza sia sempre garantita.

Comportamento in caso di difetto

In caso di incidenti pericolosi nelle applicazioni orientate alla sicurezza contattare il reparto assistenza del costruttore!

Selezione delle funzioni di sicurezza

Di seguito è riportata una selezione di funzioni di sicurezza conformemente a EN 61800-5-2 per la cui realizzazione si possono utilizzare sensori BML con interfaccia G.

Per attuare la funzione di sicurezza, occorre azionare il sensore in un'applicazione completa sicura. L'utente deve a tal fine osservare l'intera catena di sicurezza della funzione di sicurezza (ad es. impiego di un'unità di controllo di sicurezza con programma di sicurezza adeguato).

a) Arresto di esercizio sicuro (Safe operating stop, SOS)

Al raggiungimento dell'arresto nel momento t_1 , l'azionamento viene mantenuto in posizione in modo regolato.

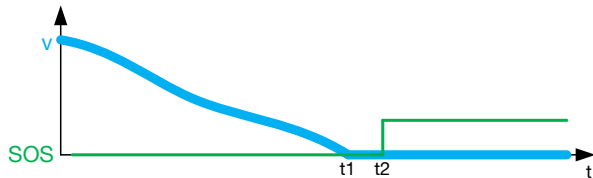


Fig. 2-18: Diagramma corsa-tempo per l'arresto di esercizio sicuro

b) Arresto sicuro 1 (Safe stop 1, SS1)

Con il trigger nel momento t_1 , ad es. disinserimento d'emergenza, l'azionamento viene arrestato rapidamente. Nel momento t_2 l'azionamento viene innestato senza coppia o senza forza.

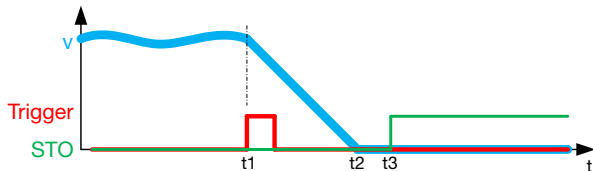


Fig. 2-19: Diagramma corsa-tempo per l'arresto sicuro 1

c) Arresto sicuro 2 (Safe stop 2, SS2)

Con il trigger nel momento t_1 , ad es. disinserimento d'emergenza, l'azionamento viene arrestato rapidamente. Successivamente l'azionamento viene regolato sulla posizione.

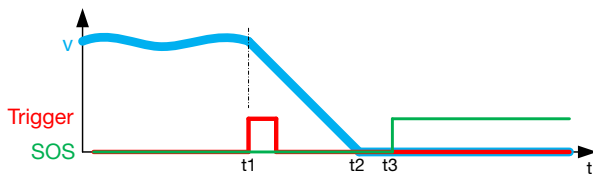


Fig. 2-20: Diagramma corsa-tempo per l'arresto sicuro 2

d) Velocità limitata in modo sicuro (Safely-limited speed, SLS)

Qui si sorveglia se l'azionamento rimane al di sotto di un determinato regime o velocità. Si tratta del caso in Fig. 2-21 a partire da t_1 .

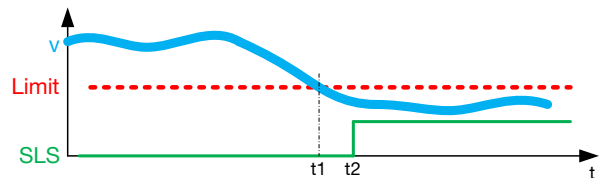


Fig. 2-21: Diagramma corsa-tempo per la Velocità limitata in modo sicuro

e) Monitoraggio velocità sicura (Safe speed monitor, SSM)

Viene generato un segnale se il regime/la velocità dell'azionamento sono al di sotto di un determinato limite. In Fig. 2-22 è illustrato da t_1 a t_2 e da t_3 a t_4 .

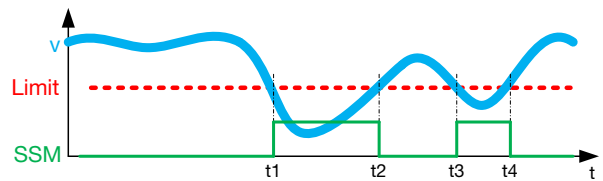


Fig. 2-22: Diagramma corsa-tempo per il monitoraggio della velocità in modo sicuro

f) Direzione di movimento sicura (Safe direction, SDI)

L'azionamento viene monitorato su una direzione di movimento.

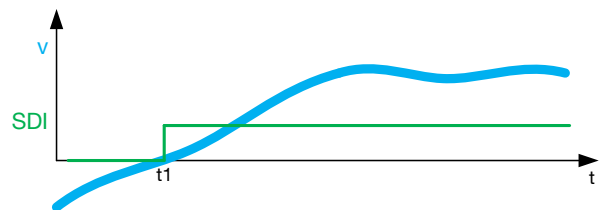


Fig. 2-23: Diagramma corsa-tempo per la direzione di movimento sicura

g) Posizione limitata in modo sicuro (Safely-limited position, SLP)

Si controlla se l'azionamento non abbandona un definito intervallo di traslazione. Questo è illustrato in Fig. 2-24 tra t_1 e t_2 .

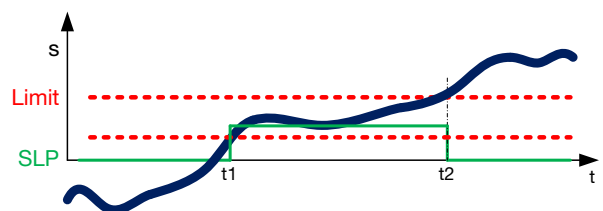


Fig. 2-24: Diagramma corsa-tempo per la Posizione limitata in modo sicuro

2

Interfacce (continua)

2.8 Interfaccia digitale A/B/Z (RS422/HTL)

2.8.1 Sistema di misura digitale incrementale

Il sensore trasmette la grandezza misurata come segnale di tensione differenziale (RS422) o come livello della tensione di esercizio (HTL) all'unità di controllo (in base alla variante). La distanza fronte A/B corrisponde alla risoluzione della testa sensore.

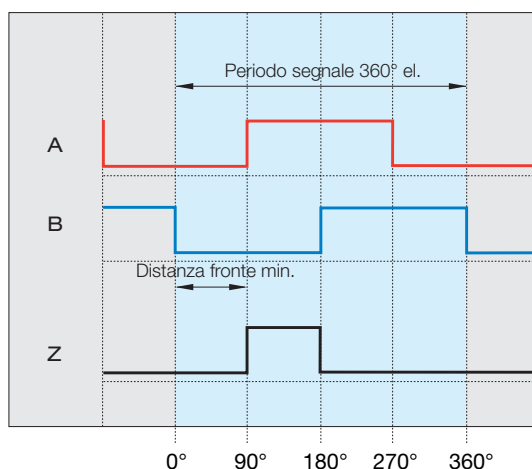


Fig. 2-25: Segnali di uscita digitali nel movimento in avanti

La distanza minima possibile tra due fronti o anche la larghezza minima del segnale Z è la distanza fronte minima che deve essere definita in fase d'ordine della testa del sensore. L'unità di controllo da analizzare deve poter riconoscere questa distanza fronte.

Ciascun cambio di fronte da A o B significa una modifica della posizione di 1 incremento (analisi quadrupla). Nella figura 2-12 sono rappresentati tutti gli stati possibili. Per ogni fronte nella riga *Incremento* specifica se si tratta di un incremento positivo o negativo.

Nella riga *Stato contatore* è rappresentato lo stato del contatore risultante, iniziando da 40. La direzione di movimento viene indicata con avanti o indietro nella riga *Direzione di movimento*.

Il conteggio di un solo segnale non è sufficiente per determinare la posizione.

L'unità di controllo quindi conosce in ogni momento la posizione esatta di incremento senza dover interrogare periodicamente il sensore (capacità tempo reale).

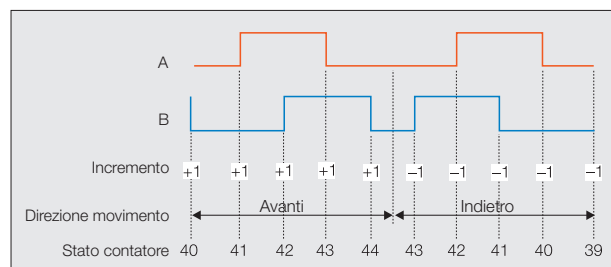


Fig. 2-26: Segnali di uscita BML con contaperiodi per analisi quadrupla nell'unità di controllo

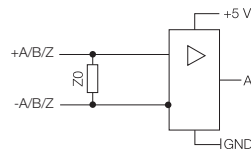


Fig. 2-27: Collegamento elettronica a sequenza (RS422)

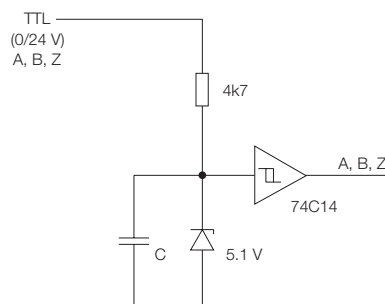


Fig. 2-28: Collegamento elettronica a sequenza (HTL)

i Se il sensore viene alimentato con una tensione separata dai dispositivi elettronici di analisi, il GND (la massa) di questa tensione deve essere collegato con il GND dei dispositivi elettronici di analisi.

Nelle figure 2-13 e 2-14 sono rappresentati esempi di circuiti dell'elettronica di analisi a sequenza per l'interfaccia RS422 e HTL.

La resistenza terminale Z0 in RS422 è descritta nelle istruzioni del sensore. Deve essere utilizzata per evitare eventuali anomalie.

2

Interfacce (continua)

2.8.2 Relazione tra velocità di traslazione massima, risoluzione e distanza fronte

i Importante!

- L'unità di controllo deve poter conteggiare nelle tabelle della testa del sensore (vedere ad es. Tab. 2-4 e Tab. 2-5) le distanze fronte minime temporali indicate (prestare attenzione alla frequenza di conteggio dell'unità di controllo!).
- La distanza fronte minima può anche presentarsi a macchina ferma, a causa del processo d'interpolazione interno.
- Scegliere sempre la velocità di traslazione immediatamente superiore o la distanza fronte min. immediatamente più lunga, altrimenti durante l'analisi da parte dell'unità di controllo possono verificarsi errori nella determinazione del valore di misurazione.

Distanza fronte min.	V_{max} secondo distanza fronte e risoluzione			
	Risoluzione			
	1 µm	2 µm	5 µm	10 µm
0,11 µs	5 m/s	10 m/s	20 m/s	20 m/s
0,26 µs	2 m/s	4 m/s	10 m/s	20 m/s
0,42 µs	1 m/s	2 m/s	6 m/s	12 m/s
0,94 µs	0,6 m/s	1,2 m/s	3 m/s	6 m/s
1,8 µs	0,3 m/s	0,6 m/s	1,6 m/s	3,2 m/s
3,5 µs	0,15 m/s	0,3 m/s	0,79 m/s	1,5 m/s
7 µs	0,079 m/s	0,15 m/s	0,39 m/s	0,79 m/s
14 µs	0,039 m/s	0,079 m/s	0,19 m/s	0,38 m/s
21 µs	0,026 m/s	0,052 m/s	0,13 m/s	0,26 m/s

Tab. 2-4: Esempio di una tabella di selezione per la velocità di traslazione massima, la risoluzione e la distanza fronte minima

Dalla distanza fronte minima si determina la frequenza di conteggio minima che deve controllare la valutazione:

Frequenza di conteggio minima = 1/ distanza fronte minima

Di conseguenza la frequenza di scansione deve riportare il valore doppio della frequenza di conteggio.

La frequenza dei segnali A e B corrisponde ad un ¼ della frequenza di conteggio minima. I rapporti sono rappresentati in Tab. 2-5.

Distanza fronte min. [µs]	Min. frequenza di conteggio [kHz]	Min. frequenza di campionamento [kHz]	Frequenza di segnale [kHz] Oscillazione di base
0,11	9091	18182	2273
0,26	3846	7692	962
0,42	2381	4762	595
0,94	1064	2128	266
1,80	556	1111	139
3,50	286	571	71
7,00	143	286	36
14,00	71	143	18
21,00	48	95	12

Tab. 2-5: Esempio di una tabella relativa alla distanza fronte minima

Determinazione del sensore adatto per l'unità di controllo presente:

Esempio (vedere Tab. 2-4):

Presupposti:

- L'unità di controllo può riconoscere una distanza fronte min. di 0,5 µs. Se non è presente alcun sensore con questa distanza fronte min., selezionare un sensore con distanza fronte superiore.
- La velocità di traslazione max. del sistema deve corrispondere a 1 m/s.

Rilevamento del sensore adatto:

- Occorre un sensore con una distanza fronte minima di 0,94 µs
- Per poter avere una velocità max. di 1 m/s, selezionare il tipo con la risoluzione di 2 µm

Rilevare l'unità di controllo idonea per il sensore presente

Quale frequenza di conteggio max. deve avere l'unità di controllo?

Il periodo del segnale di ingresso è 4 volte la distanza fronte.

La frequenza max. del segnale di ingresso corrisponde a 1/(4 × distanza fronte).

Esempio:

In caso di distanza fronte di 0,94 µs, la frequenza massima del segnale di ingresso 1/(4 × 0,94 µs) è di 266 kHz.

Frequenza di conteggio max. per un'analisi quadrupla = 1/distanza fronte = 1/0,94 µs = 1,064 MHz.

Dalla distanza fronte minima si determina la frequenza di conteggio minima che deve controllare la valutazione rispetto alla frequenza di conteggio minima = 1/distanza fronte minima.

Di conseguenza la frequenza di scansione deve riportare il valore doppio della frequenza di conteggio.

La frequenza dei segnali A e B corrisponde ad un ¼ della frequenza di conteggio minima. I rapporti sono rappresentati nella tab. 2-2.

Checklist per la messa in funzione e per la manutenzione

- Corpo di misura fissato conformemente a FMEA?
- Orientamento corpo di misura corretto rispetto alla testa del sensore?
- In opzione: nastro di copertura applicato?
- Testa sensore fissata conformemente a FMEA? Coppia impostata: _____
- Testa sensore collegata elettricamente in modo corretto?
- Tensione di alimentazione corretta?
- Segnali di uscita collegati correttamente in base ai poli e alle fasi?
- Tutti i connettori a spina avvitati?
- Cavo sulla testa del sensore scaricato dalla tensione?
- Cavo posato in modo che via sia il minor numero possibile di interferenze di disturbi da altri cavi?
- Distanza massima tra testa del sensore e corpo di misura non superata per tutto l'intervallo di azionamento?
- Spostamento laterale tra testa del sensore e corpo di misura non superata per tutto l'intervallo di azionamento?
- Resistenza terminale da 120 Ω tra i segnali differenziali +sin/-sin e +cos/-cos collegata/attivata?
- Controllo del funzionamento con azionamento manuale: tutti i segnali +sin, -sin, +cos, -cos arrivano all'unità di controllo in modo corretto sotto il profilo dell'ampiezza e della fase?
- Direzione dei segnali elettrici corretta?
- Determinazione della lunghezza dell'indicatore $Z = \sqrt{(A^2 + B^2)}$ attivata?
- Controllo del funzionamento: azionamento motorizzato a velocità massima?
- La lunghezza dell'indicatore viene determinata correttamente con velocità di traslazione massima?

Interfaces para el encóder magnético BML

Información básica



www.balluff.com

1	Indicaciones para el usuario	4
1.1	Validez	4
1.2	Símbolos y convenciones utilizados	4
1.3	Abreviaturas utilizadas	4
1.4	Conceptos utilizados	4
2	Interfaces	5
2.1	Interfaz IO-Link	5
2.2	Interfaz SSI	7
2.2.1	Principio	7
2.2.2	Consulta SSI errónea	8
2.2.3	Pantalla/controlador para SSI	8
2.3	Interfaz BiSS C	9
2.3.1	CRC	10
2.3.2	EDS	11
2.4	Interfaz DRIVE-CLiQ	13
2.5	Interfaz para cuadratura absoluta	14
2.6	Interfaz analógica sen/cos (1Vpp)	16
2.6.1	Función de punto de referencia de polos periódicos	16
2.6.2	Cambiar la referencia de fase de A(sen), B(cos), Z	17
2.6.3	Enhanced Preset	18
2.7	Interfaz analógica sen/cos (1Vpp) para seguridad funcional	19
2.7.1	Indicaciones generales	19
2.7.2	Evaluación de la interfaz G incremental segura	19
2.7.3	Evaluación <i>Valor absoluto seguro</i> en combinación con la interfaz G	20
2.7.4	Requerimientos de seguridad para la conexión eléctrica	20
2.7.5	Uso	21
2.8	Interfaz digital A/B/Z (RS422/HTL)	23
2.8.1	Sistema de medición incremental digital	23
2.8.2	Relación entre la velocidad de desplazamiento máxima, la resolución y la distancia entre flancos	24
3	Anexo	25
	Lista de control para la puesta en servicio y en caso de servicio técnico	25

1

Indicaciones para el usuario

1.1 Validez

Este manual describe las interfaces eléctricas de los sensores BML de Balluff y completa la documentación de las familias de sensores.

Este documento describe las siguientes interfaces:

- IO-Link
- SSI
- BiSS C
- DRIVE-CLiQ
- Cuadratura absoluta
- Analógico sen/cos (1Vpp)
- RS422/HTL A/B
- Interfaz G (señal de posición segura funcional)

No todas las interfaces están disponibles para todos los sensores. En los correspondientes manuales de instrucciones se denominan las posibles interfaces con sus parámetros específicos (Pegel, Timing, etc.).

El manual está dirigido a personal técnico cualificado. Lea este manual antes de instalar y utilizar el encóder magnético.

1.2 Símbolos y convenciones utilizados



Indicación, consejo

Este símbolo se utiliza para indicaciones generales.

1.3 Abreviaturas utilizadas

1Vpp	Interfaz sen/cos incremental
BiSS	Interfaz de serie síncrona bidireccional
CDM	Control Data Master
CDS	Control Data Slave
Clk	Reloj, señal del reloj
CRC	Comprobación cíclica de redundancia (Cyclic Redundancy Check)
Data	Señal de datos en serie
EDS	Hoja de datos electrónica (Electronic Data Sheet)
FMEA	Análisis modal de fallos y efectos (Failure Mode and Effects Analysis)
Evento EA	Los errores o avisos se transmiten en el registro de datos en serie.
PL	Nivel de rendimiento
SIL	Nivel de integridad de seguridad
SSI	Interfaz de serie síncrona (Synchronous Serial Interface)
VH	Recorrido de referencia virtual (Virtual Homing)

1.4 Conceptos utilizados

Posición absoluta	Posición medida dentro del sistema de coordenadas de la posición física conocida
Posición física conocida	Posición definida de forma inequívoca en la instalación, en la que, por ejemplo, un sensor de referencia o una posición final mecánica define el sistema de coordenadas de la posición absoluta medida.
Posición absoluta real	Posición absoluta real dentro de la instalación
Posición de precisión	Valor de posición interpolado de la interfaz sen/cos, p. ej., en período 1/1000
Posición aproximada	Cuadrante de la interfaz sen/cos
Recorrido de referencia inicial	Primer recorrido de referencia hasta llegar a una posición física conocida
Valor absoluto generado de forma insegura	El valor absoluto no debe utilizarse para aplicaciones con enfoque en la seguridad sin plausibilización contra la señal incremental segura.
Longitud de indicador	Magnitud aritmética calculada en base a las cuatro señales sen/cos

2.1 Interfaz IO-Link

i El archivo IODD se puede descargar en Internet en www.balluff.com **www.balluff.com** o puede solicitarse por correo electrónico a la dirección **service@balluff.de**.

i Encontrará información detallada y descripciones sobre el protocolo y los perfiles en línea <https://www.io-link.com>.

Generalidades

El sistema IO-Link integra sensores y actuadores convencionales e inteligentes en sistemas de automatización y funciona como estándar de comunicación para uso por debajo de los buses de campo clásicos. La transferencia independiente del bus de campo utiliza los sistemas de comunicación ya existentes (buses de campo o sistemas basados en Ethernet).

Los dispositivos de IO-Link, como sensores y actuadores, se conectan al sistema de control en conexión punto a punto mediante una puerta de enlace, el maestro IO-Link. Los dispositivos IO-Link se conectan con cables estándar de sensor convencionales no blindados.

La comunicación se basa en un protocolo UART estándar con una modulación de impulsos de 24 V en modo semidúplex. De esta manera es posible disponer del sistema clásico de dos o tres conductores.

Protocolo

En la comunicación IO-Link se intercambian de forma cíclica datos entre el maestro IO-Link y el dispositivo IO-Link.

En este protocolo se transfieren datos de proceso y de requerimiento, así como parámetros o datos de diagnóstico. Los datos de proceso se transmiten de forma cíclica con el tiempo de ciclo ajustado. La transferencia de los datos de requerimiento puede requerir varios ciclos. Una comunicación IO-Link por principio es inicializada por el maestro, siendo el equipo el que responde a las solicitudes del maestro.

Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo (Master Cycle Time) queda especificado por los dos siguientes parámetros: el tiempo de ciclo mínimo posible (Min Cycle Time) especificado por el IO-Link Device y el tiempo de ciclo mínimo del maestro. El maestro ajusta el tiempo de ciclo automáticamente de tal modo que corresponde a las posibilidades de los dos componentes.

Versión de protocolo 1.0 / 1.1

En la versión de protocolo 1.0, los datos de proceso superiores a 2 bytes se transferían repartidos en varios ciclos.

A partir de la versión de protocolo 1.1, todos los datos de proceso disponibles se transfieren en una trama. De este modo, el tiempo de ciclo (Master Cycle Time) es idéntico al ciclo de datos de proceso.

i Los sensores BML de Balluff corresponden a la versión de protocolo 1.1. Si el dispositivo IO-Link funciona en un maestro IO-Link con la versión de protocolo 1.0, se generan tiempos de transferencia mayores (ciclo de datos de proceso ~ número de datos de proceso x Master Cycle Time).

Índice/subíndice

El acceso a los parámetros se realiza en principio a través del índice/subíndice.

Varios índices quedan definidos por el estándar IO-Link. De este modo, por ejemplo, los índices para los comandos del sistema, la identificación y la gestión de parámetros están especificados. Además, los equipos de Balluff definen propios índices. Estos figuran en el manual de instrucciones del correspondiente sensor o en la IODD.

Gestión de parámetros

En la versión de protocolo 1.1 está definido un gestor de parámetros que permite guardar los parámetros del dispositivo en el maestro IO-Link. Si se sustituye un dispositivo IO-Link, sus datos de parámetros se pueden transferir al dispositivo nuevo. El manejo del gestor de parámetros depende del maestro IO-Link utilizado (se puede consultar en la descripción correspondiente).

Mensajes de error

Están establecidos los siguientes mensajes de error si se produce una parametrización errónea:

Código de error	Mensaje de error
0x8011	Index not available
0x8012	Subindex not available
0x8020	Service temporarily not available
0x8030	Value out of range
0x8033	Parameter length overrun
0x8034	Parameter length underrun
0x8036	Function temporarily unavailable
0x8040	Invalid parameter set
0x8082	Application not ready

Tab. 2-1: Mensajes de error de la especificación IO-Link

2

Interfaces (continuación)

IODD

La IODD muestra los parámetros de equipo, las características de los datos de proceso y las características de equipo. Por cada DeviceID hay asignada una IODD inequívoca que muestra el correspondiente modelo de datos específico.

Es posible utilizar la información almacenada en la IODD en la aplicación del cliente para simplificar el uso. La misma información también aparece impresa como texto en el manual de servicio.

Perfil Smart Sensor

El *Perfil Smart Sensor* especifica funciones y parámetros que debe admitir un sensor IO-Link. Los equipos que corresponden a este perfil, admiten datos de identificación y metadatos relacionados con los datos de proceso.

Perfil Smart Sensor Ed. 2

El *Perfil Smart Sensor Ed. 2* incrementa la compatibilidad entre los sensores IO-Link de diferentes fabricantes. Los sensores de un determinado tipo de perfil presentan una estructura de datos de proceso inequívoca.

2

Interfaces (continuación)

2.2 Interfaz SSI

Señal diferencial RS422

i Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

Propuesta de conmutación para la evaluación:

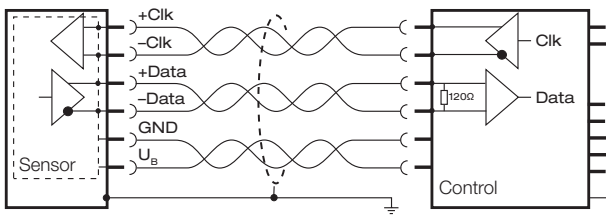


Fig. 2-1: Ejemplo de conexión para un sensor con control

i Los conductores de Clk, Data y tensión de alimentación deben estar trenzados de dos en dos en el cable (véase Fig. 2-1).

No se deben enviar impulsos de reloj sin que se esté aplicando tensión de alimentación en el sistema de medición.

i La salida Data del sensor debe haber recibido en el control una carga de 120 Ω, ya que de lo contrario pueden producirse resultados de medición falseados.

2.2.1 Principio

SSI significa Synchronous Serial Interface y describe una interfaz síncrona digital con una línea de reloj diferencial y una línea de datos diferencial.

Con el primer flanco de frecuencia **negativo** (instante de disparo) se guarda temporalmente la primera palabra de datos que se emitirá en el sensor. La emisión de los datos se produce con el primer flanco positivo, es decir, el sensor emite con cada flanco positivo un bit en la línea de datos. Aquí hay que considerar en el dispositivo de control las capacidades de línea y los retardos de los excitadores t_v en la consulta de los bits de datos.

La frecuencia de reloj máx. f_{Clk} varía en función de la longitud de cable. El tiempo t_m , también denominado tiempo Monoflop, se inicia con el último flanco negativo y se emite con el último flanco positivo como nivel Low. La línea de datos permanece en Low hasta que se termina el tiempo t_m . Luego, el sensor está de nuevo listo para el siguiente paquete de reloj.

i El significado de los bits y la relación entre la máxima longitud de cable y la frecuencia de reloj se describe en el manual de instrucciones del sensor.

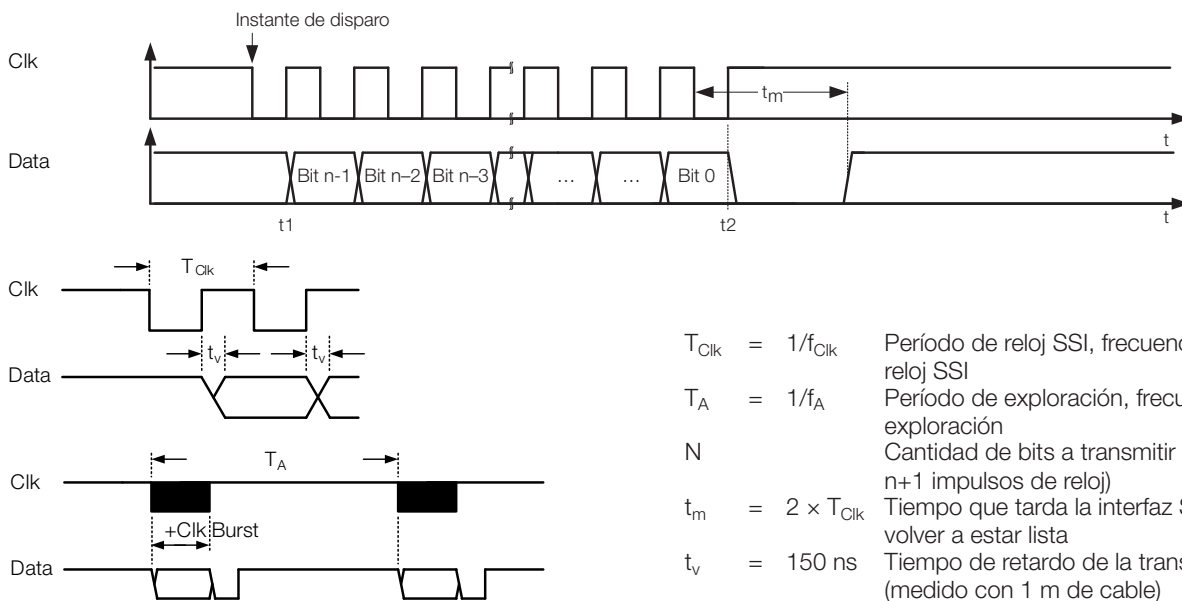


Fig. 2-2: Señales con la interfaz SSI

Bit n-1	Bit n-2	...	Bit 1	Bit 0	Valor dec.
0	0		0	1	1
0	0		1	0	2
0	0		1	1	3

Tab. 2-2: Valor de los bits transmitidos en caso transmisión binaria

2

Interfaces (continuación)

2.2.2 Consulta SSI errónea

Aceleración demasiado rápida

i Este caso de fallo se describe en el manual de instrucciones del sensor.

Subaceleración

En caso de pocos flancos de frecuencia para el tiempo t_m , tras el último flanco negativo de +Clk se mantiene el nivel de datos pendiente. Si aún se producen flancos positivos dentro del tiempo t_m , se emite el bit siguiente. Tras finalizar el tiempo t_m , la salida +Data pasa a High. El nivel High se mantiene hasta la siguiente ráfaga de reloj.

Sobreaceleración

En caso de demasiados flancos de frecuencia, la salida de datos pasa a Low tras finalizar la cantidad correcta de frecuencias. Con cada nuevo flanco negativo de +Clk, se vuelve a iniciar el tiempo t_m . Tras finalizar el tiempo t_m , la salida +Data pasa de nuevo a High.

Ajuste aritmético de la resolución

Con una sobreaceleración o subaceleración directa se puede duplicar o reducir a la mitad la resolución aritmética del sensor.

Ejemplo

Suponiendo que el sensor tiene una resolución de $1 \mu\text{m}$ y el número de bits es de 25.

- El bit de datos del 25.º Clk tiene un valor de $1 \mu\text{m}$
- El bit de datos del 24.º Clk tiene un valor de $2 \mu\text{m}$
- El bit de datos del 23.º Clk tiene un valor de $4 \mu\text{m}$
- etc.

Si el control solo emite 24 impulsos de reloj, el sensor solo puede emitir niveles de $2 \mu\text{m}$. Para el control es como si el sensor tuviera una resolución de $2 \mu\text{m}$. Esto significa que un recorrido de desplazamiento de 1 mm no implica un cambio de 1000 incrementos en la posición, sino solo de 500 incrementos.

Si el control emite demasiados impulsos de reloj, la resolución del sensor se reduce aritméticamente.

- El bit de datos con el 25.º Clk mantiene un valor de $1 \mu\text{m}$
- El bit de datos del 26.º Clk es cero y tiene un valor de $1/2 \mu\text{m}$
- El bit de datos del 27.º Clk es cero y tiene un valor de $1/4 \mu\text{m}$
- etc.

Si el control emite 27 impulsos de reloj, para el control es como si el sensor tuviera una resolución de $1/4 \mu\text{m}$. Durante el desplazamiento de 1 mm cambia la posición en 4000 incrementos, en niveles de 4 incrementos en cada caso.

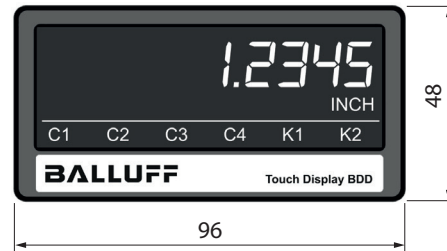
Si un control no es compatible con el número ajustable de bits, se puede utilizar otra cantidad de relojes para la frecuencia. En este caso, para evaluar correctamente el valor de medición es necesario ajustar la resolución por cada bit.

2.2.3 Pantalla/controlador para SSI

Los siguientes equipos de indicación se encuentran disponibles para la interfaz SSI.

BDD Touch Display

Código de pedido: BAE010N



Profundidad de la carcasa 105 m

- Interfaz SSI maestra (véase Fig. 2-3) o esclava (véase Fig. 2-4)
- 2 salidas de relé programables
- 8 puntos de conmutación posibles en función del sentido
- Indicador de varios colores



Fig. 2-3: Uso como SSI maestra

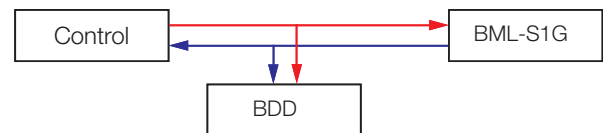


Fig. 2-4: Uso como esclavo

2

Interfaces (continuación)

2.3 Interfaz BiSS C



i El archivo XML se puede descargar en Internet en www.balluff.com o puede solicitarse por correo electrónico a la dirección service@balluff.de.

Señal diferencial RS422

i Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

Propuesta de conmutación para la evaluación:

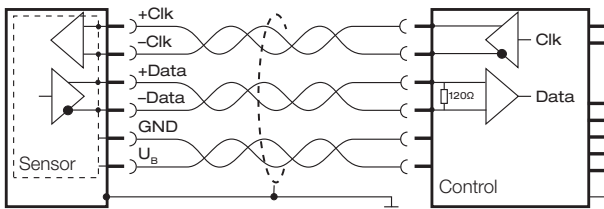


Fig. 2-5: Ejemplo de conexión para un sensor con control

i Los conductores de Clk, Data y tensión de alimentación deben estar trenzados de dos en dos en el cable (véase Fig. 2-5).

No se deben enviar impulsos de reloj sin que se esté aplicando tensión de alimentación en el sistema de medición.

i Para más información, véase www.biss-interface.com.

i La salida Data del sensor debe haber recibido en el control una carga de 120 Ω, ya que de lo contrario pueden producirse resultados de medición falseados.

En la interfaz BiSS C se pueden transmitir también datos (datos de registro) de manera bidireccional, además de los datos de posición. Los datos de registro se transmiten paralelamente a los datos de posición y no influyen en el comportamiento de medición del sistema. Las cabezas de sensor BiSS C de Balluff se pueden conectar al dispositivo de control mediante una conexión punto a punto.

La transmisión está asegurada mediante comprobación CRC, es decir, el dispositivo de control puede comprobar si los datos transmitidos se han recibido correctamente. En caso de que se produzca un fallo en la transmisión, se pueden descartar los datos y reclamar otros nuevos.

La transmisión (según se muestra en Fig. 2-6) ofrece las siguientes posibilidades:

- Adicionalmente se transmiten un bit de error y un bit de aviso.
- Se dispone de forma continua de una transmisión de datos segura y bidireccional (comunicación de registro).
- Es posible realizar una compensación de duración de la línea de reloj y de datos. De este modo se pueden alcanzar, según el caso, longitudes de línea o velocidades de transferencia de datos mayores.

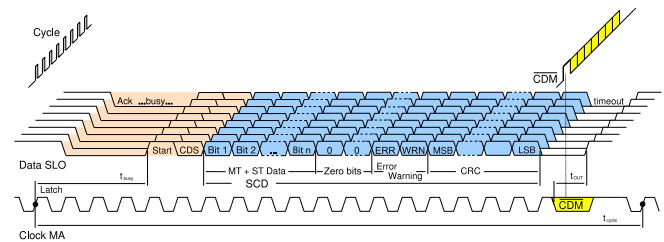


Fig. 2-6: Evolución de la señal con la interfaz BiSS C

- Con el primer flanco **positivo** (instante de disparo), el control señala que está solicitando un valor al sensor. El valor de medición válido en este momento se transfiere en la transmisión de datos posterior.
- Con el segundo flanco positivo del reloj, el sensor confirma la consulta de datos mediante una señal Low en la línea de datos.
- La diferencia de tiempos entre el segundo flanco positivo del reloj y la primera señal Low de la línea de datos del sensor se corresponde con la duración de ambas señales. Se produce en todos los demás flancos de la trama, por lo que es posible compensarla en el dispositivo de control. Esto permite utilizar cables de mayor longitud u obtener tasas de datos mayores que con las interfaces SSI.
- Ejemplo: los datos con una frecuencia de reloj de 1 MHz se pueden transmitir usando, p. ej. líneas de hasta 400 m. Sin compensación de duración únicamente se podría contar con aprox. 20 m.
- Todos los demás bits que transmite el sensor se emiten con el siguiente flanco positivo.
- Durante el tiempo t_{busy} , el sensor procesa los datos. Tras finalizar el procesamiento, el sensor cambia la señal de datos a High (bit de inicio). Comenzando con el CDS, el sensor transfiere posteriormente un bit de datos con cada frecuencia. El bit de datos es el eco del bit CDM recibido en el registro de datos o un bit de los datos de registro solicitados.
- A continuación se transmiten los datos técnicos desde bit1 hasta bitn.
- Siguen por cada uno un bit de error, un bit de aviso y la CRC.
- Comunicación de registro: Por cada trama se puede transferir un bit desde el control al sensor. Para ello, durante el tiempo t_m (timeout = $2 \times t_{\text{clk}}$), la señal de reloj del control se establece en High o en Low. El sensor lo reconoce como bit High o bit Low (CDM) y lo refleja en la siguiente trama en el bit CDS. Esto permite al control detectar si se ha reconocido correctamente el bit (transmisión asegurada).

2

Interfaces (continuación)

- Mediante este sistema de transmisión de un bit por cada trama, es posible realizar lecturas o escrituras en diferentes direcciones en el sensor a lo largo de varias tramas. En la cabeza del sensor están disponibles más datos sobre errores o avisos. También se pueden guardar y leer datos del usuario (véase Fig. 2-6).

2.3.1 CRC

Para asegurar la integridad de los datos, se aplica una comprobación cíclica de redundancia (abreviado CRC, del inglés “Cyclic Redundancy Check”) en el dispositivo de control. Consiste en calcular en el sensor y en el dispositivo de control un valor de verificación de los datos transmitidos y cotejar después ambos cálculos entre sí. Si los valores coinciden, significa que los datos se han transmitido correctamente. Si no es así, significa que los datos se han transmitido incorrectamente y que se debe solicitar de nuevo el valor de posición.

El control de los sensores de Balluff se parametriza de la siguiente manera:

CRC: 6 bits (transmitidos invertidos)

El polinomio del numerador para la determinación de la CRC es 0x43 (hex), 67 (dec) o 1000011 (bin).

BiSS C unidireccional

Solamente se transmiten los datos del sistema de medición al dispositivo de control. La posibilidad de transmitir información adicional (como p. ej. comunicación de registro con BiSS C) no existe y no se utiliza.

Posición/lógica de las señales con BiSS C unidireccional:

En Fig. 2-7 se representa la secuencia temporal de cada uno de los bits.

CDS/CDM siempre es High, a continuación siguen los bits de 1 hasta n. A continuación se transmiten un bit de error y un bit de aviso. El bit de error y de aviso en el registro de datos es Active Low. Si no hay errores ni avisos, estos dos bits son High.

i El significado/valor de los bits se muestra en la Tab. 2-2, en la página 7.

BiSS C bidireccional

Con la interfaz BiSS C se transmiten errores y avisos (eventos EA) en el registro de datos en serie igual que con la interfaz SSI. Adicionalmente se puede consultar el tipo del evento mediante la comunicación de registro.

Al igual que con las interfaces unidireccionales, los bits de error y de aviso se transmiten después de los datos de posición y antes de la CRC en el flujo de datos en serie. La Fig. 2-6 muestra las relaciones temporales. El bit de error y el bit de aviso en el registro de datos se transmiten de modo Active Low. Si no hay errores ni avisos, estos dos bits son High.

Byte de error, byte de aviso:

Por medio de los datos de registro, el dispositivo de control puede leer la causa exacta del error o del aviso. El byte de error se encuentra en la dirección de registro BiSS 0x48, mientras que el byte de aviso se encuentra en la dirección de registro BiSS 0x49. Las distintas causas de error y aviso están codificadas allí bit a bit.

i El significado de los bits de error y de aviso se describe en el manual de instrucciones del sensor.

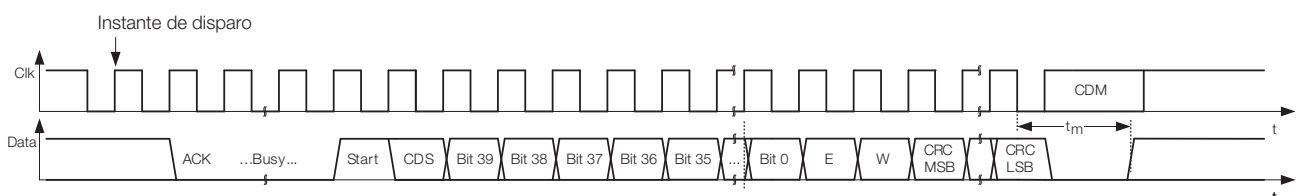


Fig. 2-7: Señales con la interfaz BiSS C (unidireccional)

2

Interfaces (continuación)

2.3.2 EDS

EDS, hoja de datos electrónica, área del usuario:

Esta función del BiSS C permite que el usuario, por medio de la comunicación de registro, guarde y/o lea permanentemente byte a byte cualquier dato específico del usuario en la EEPROM del sensor.

El área de direcciones de la EEPROM completa está dividida en tres zonas:

– **Hidden**

El usuario no puede acceder a esta zona.

– **Read Only** (área EDS)

Esta área solamente se puede leer. En esta área se almacena la *Electronical Datasheet* (EDS) guardada en el equipo. Proporciona información de equipo en relación con los parámetros de comunicación y el perfil de equipo activo del sensor. El perfil de equipo incluye información sobre las características de medición. Por lo general es posible leer las siguientes características:

- Tipo de sensor
- Precisión del sensor
- Longitud y significado de los datos de proceso
- Requisitos de cadencia
- Solicitudes de valor límite referente a la alimentación de tensión.

– **Read/Write** (área del usuario)

Aquí se dispone de un determinado número de bytes en los diferentes bancos con 64 bytes cada uno (véase el manual de instrucciones del sensor). Allí pueden p. ej. guardarse los datos de montaje mecánicos del sensor, la fecha de montaje, la denominación de pedido del sensor, etc.



Encontrará información detallada referente a los diferentes perfiles en <http://biss-interface.com>.

El área de direcciones de registro BiSS (0x00...0x7F) está dividida en dos áreas:

1. Un **área de banco conmutable** (0x00...0x3F) que reproduce diferentes áreas de la EEPROM según el banco seleccionado.

En Fig. 2-8 se muestra la relación entre el área de direcciones de registro de BiSS C y el área de direcciones de la EEPROM. El área de direcciones de la EEPROM actualmente visible se puede seleccionar a través del banco en la dirección de registro de BiSS C 0x40. El contenido del banco seleccionado se muestra en el área de direcciones de registro 0x00...0x3F.

Según el banco, el acceso no es posible o solo es posible un acceso de lectura o un acceso de lectura y escritura.

2. Un **área fija**, a la que se puede acceder siempre en modo lectura o escritura independientemente del banco seleccionado (0x40...0x7F). A través de esta área se puede seleccionar qué banco se desea procesar.

Los siguientes datos pueden leerse:

- Avisos y errores del sensor
- Banco en el que comienza la hoja de datos electrónica
- Banco actualmente seleccionado

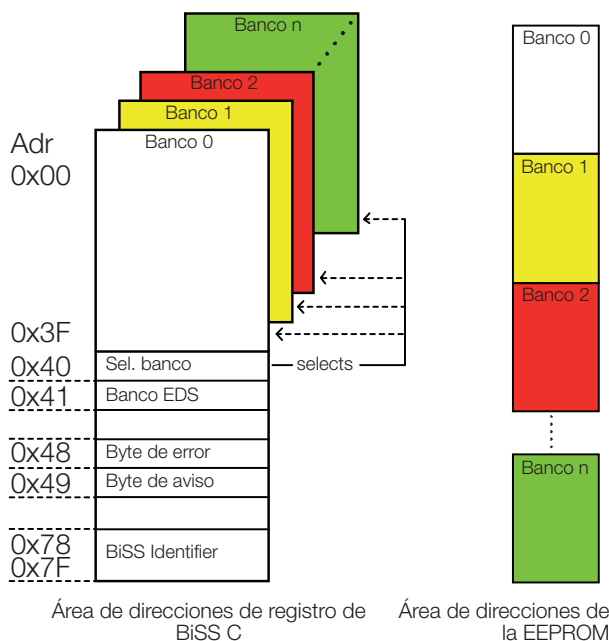


Fig. 2-8: Área de direcciones de registro de BiSS C

Para leer y escribir en el área del usuario, primero debe leerse la configuración del área EDS:

En la dirección de registro de BiSS C 0x41 se lee el banco EDS. El valor de la dirección 0x41 se registra entonces en la dirección de registro 0x40 (selección de banco).

Después está disponible la siguiente información:

- dirección 0x00, la versión de la EDS,
- dirección 0x01, la cantidad de bancos EDS,
- dirección 0x02, el inicio del banco del área de usuario;
- dirección 0x03, el último banco del área de usuario.

En el área de usuario se puede leer y escribir cualquier dato. Estos datos están guardados en la EEPROM de forma permanente. El área de usuario se puede utilizar libremente, los datos se pueden guardar como se desee en los distintos bancos: con codificación binaria o ASCII, con caracteres comprensibles o cifrados, con o sin protección CRC.

Después de registrar un banco del área de usuario en la dirección 0x40, en el área de direcciones 0x00...0x3F se puede leer y escribir cualquier dato. En otro banco del área de usuario se pueden escribir y leer otros datos en las mismas direcciones 0x00...0x3F, sin que los datos de los demás bancos se sobrescriban. Los datos guardados en el área de usuario están disponibles permanentemente, es decir, también después de apagar y volver a encender el sistema.

Si se debe escribir en otros bancos situados fuera del área de usuario, aparece un mensaje de error.

Para el siguiente ejemplo se utiliza esta sintaxis:

N	=	[0x41]	Escritura de n con el contenido de la dirección 41 (hex)
[0x40]	=	7	Escritura del valor 7 en la dirección 0x40 (hex)

Ejemplo para la escritura y lectura de tres bytes en dos bancos de usuario:

Lectura de la EDS (lectura de la definición del área de usuario)

N	=	[0x41]	(La EDS empieza en el banco n, aquí p. ej. 1)
[0x40]	=	N	(Se selecciona el banco EDS)
num	=	[0x01]	(Se lee el número de bancos EDS, p. ej. 8)
User_beg	=	[0x02]	(Se lee el principio del área de usuario, p. ej. 0x09)
User_last	=	[0x03]	(Se lee el último banco del área de usuario, p. ej. 0x0F)

Escritura del área de usuario

[0x40]	=	User_beg	(Seleccionar el primer banco del área de usuario, aquí 0x09)
[0x00]	=	0x11	(Registrar cualquier valor en la primera dirección del primer banco)
[0x3F]	=	0x1F	(Registrar cualquier valor en la última dirección del primer banco)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(Seleccionar el segundo banco del área de usuario)
[0x00]	=	0x21	(Registrar cualquier valor en la primera dirección del segundo banco)

...
Apagado y reencendido opcionales

Lectura del área del usuario escrita

[0x40]	=	User_beg	(Seleccionar el primer banco del área de usuario)
N	=	[0x00]	(n pasa a 0x11, valor superior)
...			
[0x40]	=	User_beg+1	(Seleccionar el segundo banco del área de usuario)
N	=	[0x00]	(n pasa a 0x21, valor superior)
...			



Con el BiSS Identifier se define el formato de datos y el significado de los distintos bits por medio del archivo XML. El BiSS Identifier se describe en el manual de instrucciones del sensor.

Este archivo XML **se puede descargar en Internet en www.balluff.com** o puede solicitarse por correo electrónico a la dirección **service@balluff.de**.

2

Interfaces (continuación)

2.4 Interfaz DRIVE-CLiQ

DRIVE-CLiQ es una interfaz de comunicación de alto rendimiento (interna) basada en Ethernet para sistemas SINAMICS de Siemens que permite el intercambio de datos acíclico y cíclico. Con una tasa de transferencia de hasta 100 MBit/s, DRIVE-CLiQ dispone de la potencia necesaria para las tareas de regulación. DRIVE-CLiQ es capaz de conectar todos los tipos de componentes relacionados con el accionamiento como sensores, actuadores, etc. con la unidad de control.

La interfaz presenta las siguientes ventajas:

- Configuración automática mediante placa de características electrónica
- Reducido trabajo de configuración
- Diagnóstico rápido y sencillo
- Cableado sencillo y homogéneo

Encontrará información detallada sobre instalación y corrección de errores en el documento de Siemens *SINAMICS List Manual* (para errores y alarmas, véase el capítulo 4).



Puede encontrar el documento de Siemens *SINAMICS List Manual* <https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109763271>.

2

Interfaces (continuación)

2.5 Interfaz para cuadratura absoluta

i Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

La interfaz para cuadratura absoluta utiliza la interfaz incremental A/B digital con señal Z para transmitir la posición absoluta en el momento de la conexión. De este modo, un control convencional con funcionamiento incremental consigue una funcionalidad absoluta. No se requieren modificaciones en el control. Después de la conexión no se requiere ningún recorrido de referencia y la posición absoluta está disponible inmediatamente.

La interfaz para cuadratura absoluta es compatible con interfaces A/B/Z digitales. El usuario debe seleccionar la resolución deseada y la distancia mínima posible entre flancos (véase Tab. 2-4 en la página 24) de forma apropiada para el control utilizado. De ello se obtiene la máxima velocidad de desplazamiento o el número de revoluciones para aplicaciones rotativas. La relación figura en las correspondientes tablas del manual de instrucciones del sensor. En la Tab. 2-4, en la página 24, se muestra un ejemplo.

El control evalúa las señales conforme a Fig. 2-26 en la página 23 para calcular así la posición s_AB.

Comportamiento de conexión

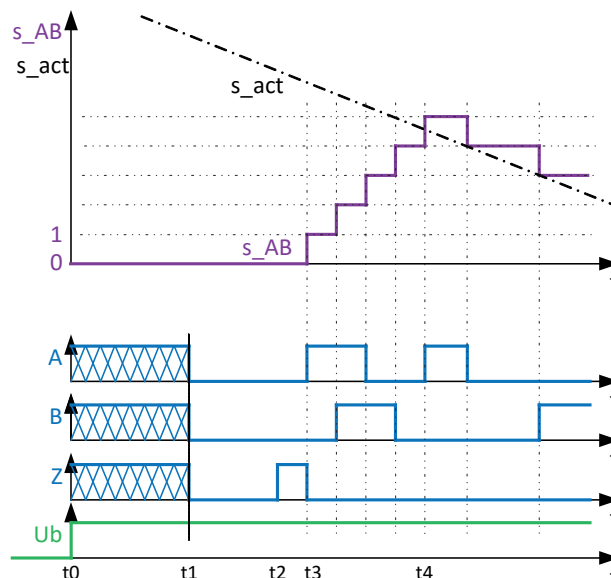


Fig. 2-9: Comportamiento de conexión

Las relaciones temporales exactas durante la conexión se describen en Fig. 2-9: el sensor ejecuta un movimiento correspondiente a s_{act} . La conexión de la tensión de alimentación en el instante t_0 conlleva que todas las salidas tengan alta impedancia. En el instante t_1 , después del retardo de conexión, las salidas son de baja impedancia y comienza el retardo de arranque $t_{VHstart_delay}$. Puede durar hasta el instante t_2 . Ahora comienza el recorrido de referencia virtual V_H . Entre t_2 y t_3 se emite un impulso Z. De este modo, el control debe poner a cero su contador de posición interno. A partir de t_3 , el sistema de medición generará incrementos A/B hasta que la posición incremental s_{AB} haya alcanzado la posición física de la cabeza del sensor s_{act} , en el instante t_4 . Por lo tanto, a partir de este momento el control conoce la posición física. Entre t_2 y t_4 se emiten todos los flancos con la distancia mínima entre flancos. A continuación, el sistema de medición emite incrementos *normales* que siguen el movimiento físico s_{act} .

El tiempo para V_H (t_{VH}) normalmente es de unos milisegundos y se determina de la siguiente manera:

$$t_{VH} [\mu s] = \frac{\text{Longitud de medición } [\mu m] \times \text{distancia mínima entre flancos } [\mu s]}{\text{Resolución } [\mu m/inc]}$$

i La distancia entre flancos y la resolución se definen en el manual de instrucciones del sensor.

Hasta el instante t_4 no se debe llevar a cabo ningún movimiento regulado.

El tiempo se puede reducir si al inicio de la zona medible se ejecuta la función *Preset*.

Con cada pasada por el punto cero se emite un impulso Z.

Activación opcional de VH mediante una entrada

Opcionalmente (véase el manual de servicio del sensor) existe la posibilidad de activar el recorrido de referencia virtual a través de la entrada diferencial VH_{Req} . Para ello es necesario que esta entrada para t_{VH} sea high. En Fig. 2-10 se muestran las relaciones temporales: hasta el instante t_2 , la posición s_{AB} sigue con una compensación a la posición física s_{act} . La compensación no se puede definir antes de haber transmitido un impulso Z. En el instante t_0 , la entrada VH_{Req} cambia a High. Después de que en el instante t_1 haya transcurrido el tiempo t_{VH} , después de $t_{VHstart_delay}$ comienza en el instante t_2 el recorrido de referencia virtual con las mismas relaciones temporales que en Fig. 2-10.

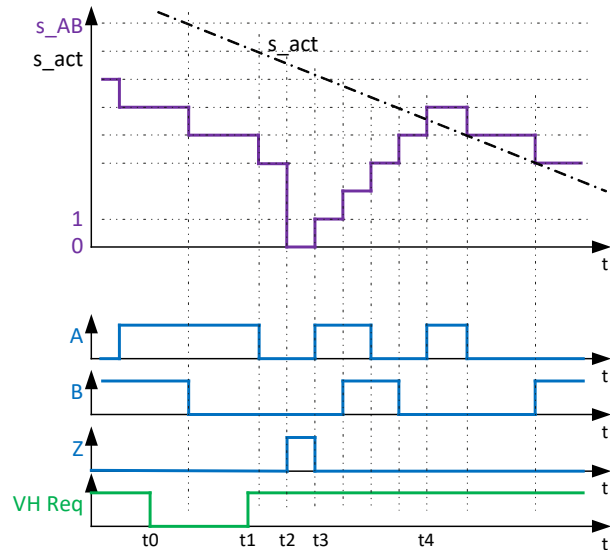


Fig. 2-10: Uso de la entrada VH_{Req}

Al conectar el sensor se emiten incrementos del recorrido de referencia virtual VH (véase Fig. 2-9 en la página 14). Adicionalmente se emiten estos incrementos con cada solicitud de VH_{Req} (véase Fig. 2-10).

Señal Busy en vez de señal Z

Como otra opción (véase el manual de servicio del sensor) se puede emitir una señal Busy en vez de la señal Z. De este modo el control puede detectar el instante en el que ha finalizado el recorrido de referencia virtual. Las relaciones temporales se muestran en la Fig. 2-11. El recorrido de referencia virtual dura como en la Fig. 2-10 desde t_2 hasta t_4 . Al pasar por la posición cero no se emite ninguna nueva señal Busy VH.

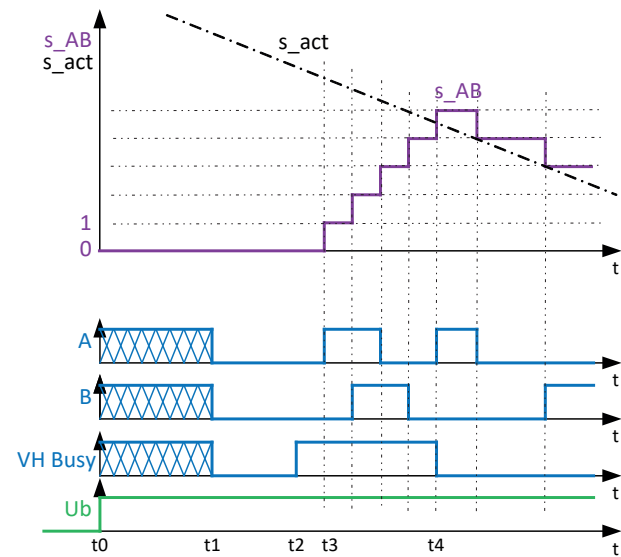


Fig. 2-11: Modo de servicio "VH Busy"

Comportamiento de error Tri-State

Si el sensor detecta un error, cambia sus salidas a alta impedancia. El control puede identificar este estado como una rotura de cables.

Si el error ya no está pendiente, el comportamiento del sensor es similar al de la conexión. El comportamiento temporal se muestra en la Fig. 2-9 o Fig. 2-11. El caso de fallo ha finalizado en el instante t_1 . Se produce un error especialmente al salir del cuerpo de medición. Al entrar en el cuerpo de medición, el error se ha vuelto a eliminar. Se lleva a cabo un recorrido de referencia virtual.

Causas de un recorrido de referencia virtual

VH se lleva a cabo (t_2 hasta t_4 en Fig. 2-9...Fig. 2-11) en las siguientes condiciones:

- Después de la conexión
- Cuando el sensor vuelve al estado de servicio normal después de un error
- Según requerimiento de la entrada VH_{Req}
- Después de ejecutar la función *Preset*

2 Interfaces (continuación)

2.6 Interfaz analógica sen/cos (1Vpp)

i Si se utiliza la señal 1Vpp en combinación con la interfaz IO-Link, se pueden acoplar altos porcentajes de frecuencia continua gracias a las señales IO-Link. Estas señales deben ser compensadas por la conmutación de evaluación.

i Para un correcto funcionamiento, la señal seno +A (+sen) – (–A [–sen]) y la señal coseno +B (+cos) – (–B [–cos]) se deben evaluar en función del sentido.

i El significado de las señales (sen, cos, A, B) es diferente según el fabricante de control. Comparar las señales con la documentación de control y realizar el cableado correspondiente.

i Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

Para las señales analógicas de seno y coseno +A (+sen), –A (–sen), +B(+cos) y –B (–cos), así como la señal de referencia opcional +Z y –Z, el control evalúa la diferencia de las amplitudes de señal:

$$A(\text{sen}) = +A(+\text{sen}) - (-A[-\text{sen}])$$

$$B(\text{cos}) = +B(+\text{cos}) - (-B[-\text{cos}])$$

$$Z = +Z - (-Z)$$

Entonces, el control interpola (por ejemplo, con el factor 1000) la posición exacta dentro de un período en base a las señales (Fig. 2-12). Este valor interpolado se denomina posición de precisión. Si se produce un desplazamiento por varios períodos, el dispositivo de control computa también el total de períodos.

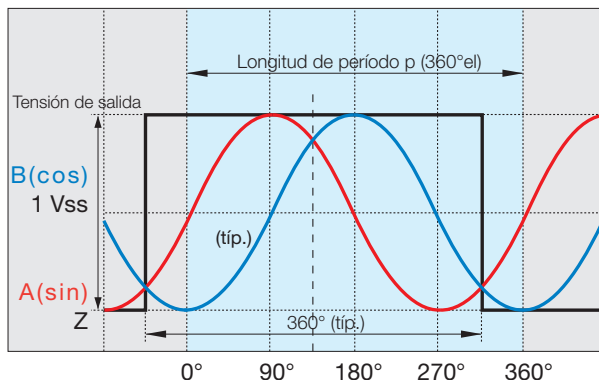


Fig. 2-12: Señales de la interfaz sen/cos (1Vpp), el movimiento de avance corresponde al ángulo ascendente

El sensor transmite la magnitud de medición como una señal diferencial analógica seno-coseno con una amplitud de aproximadamente $1 V_{ss}$ (valor pico-pico, 0,5...1,35 V). La longitud de período p se describe en el manual del sensor. Si el sensor se encuentra fuera de la zona de trabajo especificada, se reduce la tensión. El impulso Z no está disponible en todos los sensores. Se describe en el manual del sensor.

Propuesta de conmutación en caso de interferencias de frecuencia continua

Debido a acoplamientos de interferencias de frecuencia continua puede ocurrir que se produzca una interferencia en la interfaz analógica. El ejemplo de conmutación en Fig. 2-13 muestra una conmutación de filtro con un amplificador de operación diferencial para un canal.

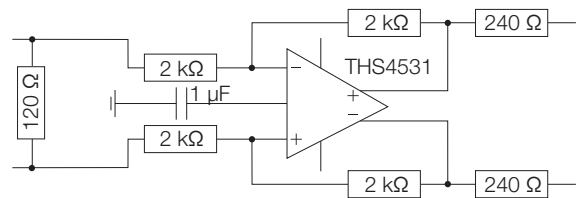


Fig. 2-13: Conmutación de filtro con un amplificador de operación diferencial para un canal.

2.6.1 Función de punto de referencia de polos periódicos

Aquí se emite la señal de punto de referencia Z en cada período. Por motivos técnicos, el área High de la señal Z es algo más corta que 180°. No obstante, sigue siendo high en el punto de intersección de A(sen) y B(cos) (135°). Si el control lo interpretara incorrectamente, es posible que se desplace la fase de la señal sen/cos conforme al capítulo 2.6.2.

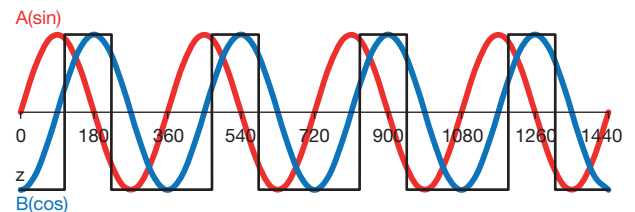


Fig. 2-14: Señales de la función de punto de referencia de polos periódicos

2

Interfaces (continuación)

2.6.2 Cambiar la referencia de fase de A(sen), B(cos), Z

Por defecto, las 6 señales de salida del BML (+A(+sen), -A(-sen), +B(+cos), -B(-cos), +Z, -Z) se conectan a las correspondientes entradas del control (+se, -se, +co, -co, +z, -z). Se aplica $s = (+se) - (-se)$ y $c = (+co) - (-co)$.

La evolución correspondiente de la señal como función del recorrido se muestra en Fig. 2-15. En este sentido, z siempre se encuentra en la misma Posición.

Algún control requiere una referencia de fase diferente entre la señal s, c y z. Cambiando las señales de 4 s y c se puede desplazar la referencia de fase un múltiplo de 90°.

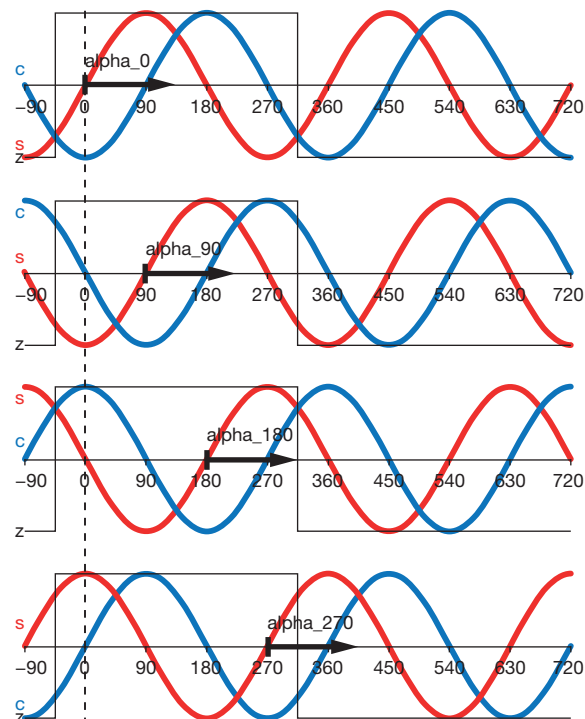


Fig. 2-15: Cuatro diferentes referencias de fase para s, c y z

En Fig. 2-16 se muestra el área de cableado R para las relaciones de Fig. 2-15 alfa = 0. El área de cableado R para los demás alfa puede deducirse de Tab. 2-3.

+A(+sen)	R	+si
-A(-sen)		-si
BML +B(+cos)		Control +co
-B(-cos)		-co

Fig. 2-16: Área de cableado para alfa = 0

En Tab. 2-3 se muestran las relaciones de señal para los 4 casos alfa = 0°, 90°, 180°, 270°.

alfa	0°	90°	180°	270°
s =	A(sen)	B(cos)	-A(sen)	-B(cos)
c =	B(cos)	-A(sen)	-B(sen)	A(sen)
R =				

Tab. 2-3: Relación de señal y área de cableado con diferentes alfa

2

Interfaces (continuación)

2.6.3 Enhanced Preset

Algunos BML absolutos permiten modificar la referencia de la señal sen/cos con respecto al valor de posición absoluta. Esto permite el ajuste de sen/cos al sistema de referencia (similar al capítulo 2.6.2).

Diferentes fabricantes de control prescriben una referencia de fase diferente: con cada período de la señal sen/cos cambia la posición absoluta en una longitud de período. Si en un sistema con una longitud de período de 2 mm, por ejemplo, la posición absoluta es de 10000 mm, 12000 mm, 14000 mm..., entonces el ángulo de la señal sen/cos siempre es igual. Este ángulo se puede ajustar con la función *Enhanced Preset*. En Fig. 2-17 se muestra la referencia de ángulo entre la señal sen/cos y la posición absoluta para diferentes ángulos de *Enhanced Preset*. Los posibles ángulos se definen en el manual de instrucciones BML.

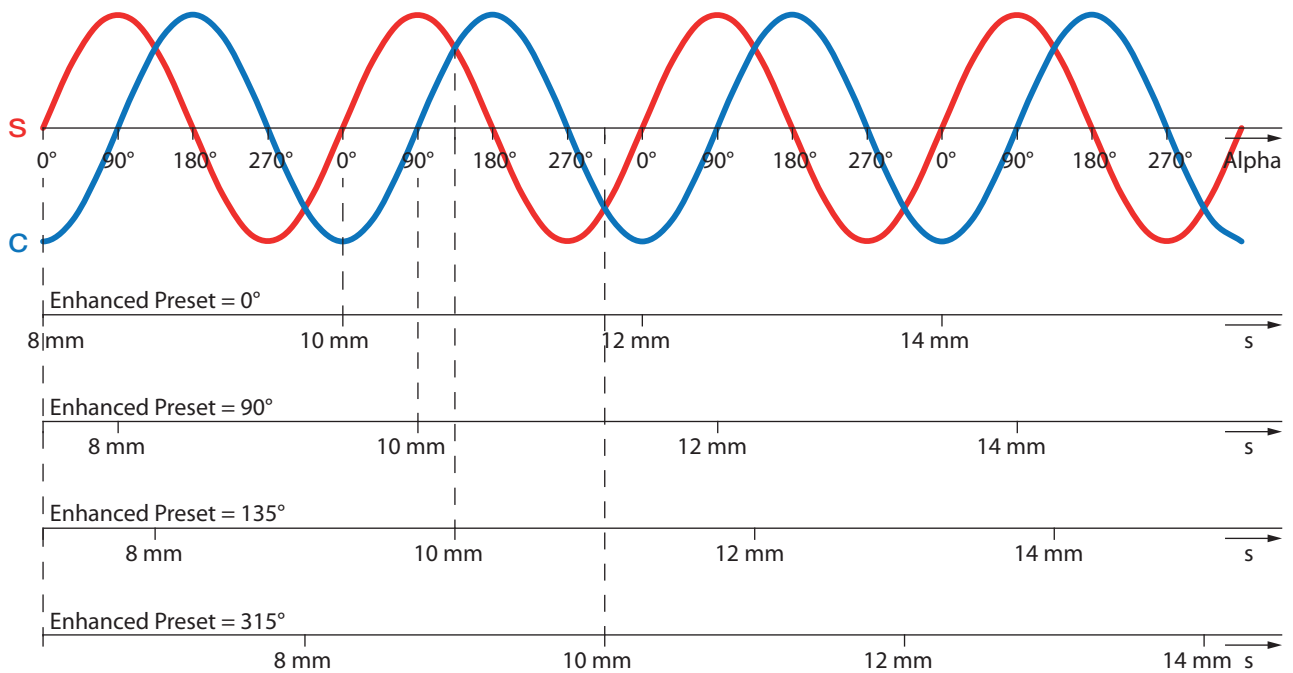


Fig. 2-17: Referencia de ángulo entre la señal sen/cos y la posición absoluta para diferentes ángulos de *Enhanced Preset*

2

Interfaces (continuación)

2.7 Interfaz analógica sen/cos (1Vpp) para seguridad funcional

La evaluación de posición de la interfaz G se debe realizar igual que con la interfaz sen/cos (1Vpp).

2.7.1 Indicaciones generales

Los sensores BML con interfaz G pueden utilizarse en aplicaciones con enfoque en la seguridad de hasta el nivel de integridad de seguridad 2 (SIL 2) conforme a EN 61800-5-2 / EN 62061 / IEC 61508 o el nivel de rendimiento d (PL d) conforme a EN ISO 13849-1.

Los sensores de la gama de productos *BML con interfaz G* ponen a disposición la función de seguridad *Valor incremental seguro*. Para ello se implementa una evaluación segura y se transfiere la información incremental de la posición aproximada del sistema de medición a través de la interfaz sen/cos analógica. Para aplicaciones relacionadas con la seguridad que utilicen la función *Valor incremental seguro*, solo se debe utilizar la posición aproximada obtenida de la detección de cuadrantes de A y B.

Algunos de los sensores de la gama de productos *BML con interfaz G* también ponen a disposición una función de seguridad *Valor absoluto seguro*. Para ello se genera y transmite de forma insegura un valor de posición absoluta. No obstante, se mejoran con una plausibilización de orden superior frente a la información relativa de la posición aproximada con respecto a un valor absoluto seguro con la precisión de la información relativa de la posición aproximada (véase el capítulo 2.7.3 en la página 20). ¡Las demás interfaces de sensor (BiSS, SSI, IO-Link, RS422, HTL, etc.) no se pueden utilizar por sí solas para aplicaciones con enfoque en la seguridad!

Para garantizar un servicio seguro, el sensor debe utilizarse en una aplicación global segura. Por tanto, el usuario debe observar toda la cadena de seguridad de la función de seguridad (por ejemplo, uso de una unidad de control de seguridad) para determinar el SIL y el PL obtenidos.

Hay varios sensores BML con interfaz G de Balluff disponibles que figuran en el documento *Sensores BML-SIL-2 (doc. n.º 934186)*.



El documento *Sensores BML-SIL-2 (doc. n.º 934186)* se puede descargar en Internet en www.balluff.com o puede solicitarse por correo electrónico a la dirección service@balluff.de.



Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

Adicionalmente a estas indicaciones se deben tener en cuenta las indicaciones del correspondiente manual del sensor.

2.7.2 Evaluación de la interfaz G incremental segura

En base de las cuatro de las señales +A (+sen), -A (-sen), +B (+cos), -B (-cos) se muestran las señales diferenciales A y B de la siguiente manera:

$$A = +A (+sen) - (-A [-sen])$$

$$B = +B(+cos) - (-B [-cos])$$

Para aplicaciones relacionadas con la seguridad que utilicen la función *Valor incremental seguro*, solo se debe utilizar la posición aproximada obtenida de la detección de cuadrantes de A y B. Para ello el nivel de disparo para la detección de cuadrantes debe ser de ± 100 mV como máximo.

Para llevar a cabo la detección de errores, la unidad de control de seguridad debe determinar y monitorizar la longitud de indicador (Z) de las dos señales diferenciales según el siguiente algoritmo:

$$Z = \sqrt{A^2 + B^2}$$

La longitud de indicador Z se debe determinar como mínimo con una frecuencia de 500 kHz. En este proceso se debe monitorizar la longitud de indicador Z con respecto a los límites $Z_u = 0,25$ V y $Z_o = 0,675$ V. Si se exceden estos límites hacia arriba o abajo, se debe establecer un estado seguro del sistema completo dentro del tiempo de seguridad de proceso.

Un error que se ha producido en la cabeza del sensor, como muy tarde se puede detectar después de un movimiento alrededor de un período a través de la monitorización de la longitud de indicador.

La conmutación de evaluación se debe dimensionar de tal modo que se pueda determinar la longitud de indicador a la máxima velocidad de desplazamiento (velocidad de superficie) $v_{m\acute{a}x}$, y la correspondiente longitud de período p de la instalación.

La máxima frecuencia de las señales A y B se puede determinar de la siguiente manera:

$$f_{m\acute{a}x} = v_{m\acute{a}x} / p$$

La máxima frecuencia que se produce en la determinación de cuadrantes, se calcula de la siguiente manera:

$$f_{m\acute{a}x} = 4 \times v_{m\acute{a}x} / p$$

Para la evaluación con enfoque en la seguridad solo deben utilizarse los cuadrantes de las señales sen/cos. Una interpolación de las señales sen/cos no es admisible para la ruta segura. No obstante, se pueden utilizar las señales sen/cos interpoladas (posición de precisión) para la regulación de accionamientos fuera de una función de seguridad.

2.7.3 Evaluación *Valor absoluto seguro* en combinación con la interfaz G

La posición absoluta generada de forma no segura (BiSS C, SSI, IO-Link, etc.) de la interfaz en serie se puede evaluar como valor absoluto seguro en combinación con la interfaz G incremental segura.

Para ello se requieren los siguientes requisitos:

- Antes de utilizar la función de seguridad *Valor absoluto seguro* es necesario llevar a cabo durante la primera puesta en servicio del sistema de medición, un desplazamiento al punto de referencia inicial a una posición física conocida para detectar la posición absoluta real.
- En caso de utilización de la función de seguridad *Valor absoluto seguro* se deben comparar continuamente los valores de posición absoluta medidos con la posición incremental puesta a disposición por el sensor. En caso de una desviación entre la posición relativa y la posición absoluta, se debe contemplar el valor absoluto como potencialmente erróneo y, por tanto, no se debe utilizar en ninguna función de seguridad. No obstante, la señal incremental segura se puede seguir contemplando en este caso como no errónea. Para poder volver a contemplar la señal absoluta como no errónea, es necesario repetir el recorrido de referencia inicial.
- En caso de utilizar la función de seguridad *Valor absoluto seguro* se debe evaluar como segura la posición absoluta como máximo con la precisión de los cuadrantes de la señal sen/cos , es decir, con $\frac{1}{4}$ de período de la señal sen/cos .

Después de apagar y volver a encender hay dos posibilidades para detectar un error en el valor absoluto no seguro:

Posibilidad 1

El usuario debe garantizar que la instalación no experimente ningún cambio de posición cuando se encuentra apagada y asegurar la correcta aplicación de este requerimiento mediante unas medidas adecuadas para la prevención de errores (por ejemplo, realización de un FMEA). Además, debe guardar de forma segura y persistente el último valor de posición absoluta medido al apagar el sistema de medición. Al volver a encender el sistema de medición, se debe medir el valor actual del valor de posición absoluta y compararlo con el valor previamente guardado. En caso de una desviación entre el valor guardado y el valor nuevo, se debe contemplar el valor absoluto como potencialmente erróneo y, por tanto, no se debe utilizar en ninguna función de seguridad. No obstante, la señal incremental segura se puede seguir contemplando en este caso como no errónea.

Para poder volver a contemplar la señal absoluta como no errónea, es necesario repetir el recorrido de referencia inicial.

Posibilidad 2

El usuario debe garantizar que la instalación no experimente ningún cambio de posición de más de $\pm\frac{1}{4}$ período (lo que corresponde a ± 1 cuadrante) cuando se encuentra apagada y asegurar la correcta aplicación de este requerimiento mediante unas medidas adecuadas para la prevención de errores (por ejemplo, realización de un FMEA). Además, durante la primera puesta en servicio de la instalación, el usuario debe guardar de forma segura la posición de los cambios de cuadrante de la señal incremental segura de forma relativa con respecto a la señal absoluta para ambos sentidos de desplazamiento.

Al volver a encender el sistema de medición, se debe medir el valor actual del valor de posición absoluta y compararlo con la señal incremental segura en base a la posición de los cambios de cuadrante determinadas inicialmente. El valor de la señal absoluta segura se debe encontrar en el mismo cuadrante que se mide en base a la señal incremental segura. En caso de una desviación del cuadrante detectado entre señal incremental y señal absoluta, se debe contemplar el valor absoluto como potencialmente erróneo por lo que no se debe utilizar en ninguna función de seguridad. No obstante, la señal incremental segura se puede seguir contemplando en este caso como no errónea.

Para poder volver a contemplar la señal absoluta como no errónea, es necesario repetir el recorrido de referencia inicial.

2.7.4 Requerimientos de seguridad para la conexión eléctrica

El sensor se debe alimentar con una fuente de alimentación PELV.

Las señales diferenciales A (entre +A (+sen) y -A [-sen]) y B (entre +B (+cos) y -B (-cos)) se deben cargar cada una con $120 \Omega \pm 10\%$.

Debe garantizarse que no se pueda realizar una alimentación externa en las señales sen/cos . Esto se refiere, por ejemplo, al empleo de cables en Y, el tendido de cables correcto, el uso de conectores macho adecuados, etc.

2

Interfaces (continuación)

2.7.5 Uso

Montaje

Debe garantizarse que la cabeza del sensor y el cuerpo de medición estén fijados con seguridad en condiciones ambientales reales durante toda su vida útil. Se deben garantizar un correcto dimensionamiento y medidas para la prevención de errores, por ejemplo, mediante la realización de un FMEA. El personal de montaje y servicio se debe instruir correspondientemente.

Puesta en servicio

Durante la puesta en servicio, primero se debe mover el sistema de medición sin el motor y comprobar su plausibilidad (por ejemplo: ¿El recorrido medido de 1 m realmente se corresponde a un desplazamiento de 1 m?). En este proceso se debe recorrer todo el recorrido de desplazamiento.

En un segundo paso se debe recorrer todo el recorrido de desplazamiento con el motor. No deben producirse irregularidades durante el movimiento (elevada aceleración en una determinada posición o ruido elevado en una determinada posición). Si el comportamiento no es plausible, se debe contemplar el valor de posición como defectuoso.

Servicio

El *Intervalo de prueba* figura en el manual del sensor.

Puesta fuera de servicio

Durante la puesta fuera de servicio del BML se debe seguir garantizando la función de seguridad.

Comportamiento en un caso de fallo

¡En caso de incidencia peligrosa en las aplicaciones con enfoque en la seguridad, ponerse en contacto con el departamento de servicio de fabricante!

2

Interfaces (continuación)

Selección de funciones de seguridad

A continuación se presenta una selección de funciones de seguridad conforme a EN 61800-5-2 para cuya realización se pueden utilizar los sensores BML con interfaz G.

Para la aplicación de la función de seguridad es necesario que el sensor opere en una aplicación global segura. Por tanto, el usuario debe observar toda la cadena de seguridad de la función de seguridad (por ejemplo, uso de una unidad de control de seguridad con un programa de seguridad adecuado).

a) Parada de servicio segura (Safe operating stop, SOS)

Después de alcanzar la parada en el instante t_1 , el accionamiento se mantiene regulado en la posición.

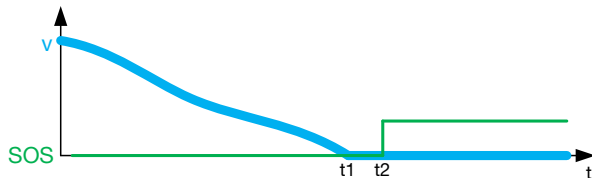


Fig. 2-18: Diagrama de recorrido-tiempo para Parada de servicio segura

b) Parada segura 1 (Safe stop 1, SS1)

Con el disparo en el instante t_1 , por ejemplo, parada de emergencia, se detiene el accionamiento rápidamente. En el instante t_2 , se conmuta el accionamiento sin par de giro o sin fuerza.

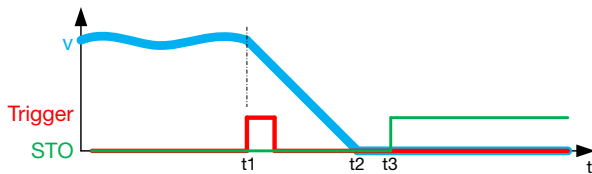


Fig. 2-19: Diagrama de recorrido-tiempo para Parada segura 1

c) Parada segura 2 (Safe stop 2, SS2)

Con el disparo en el instante t_1 , por ejemplo, parada de emergencia, se detiene el accionamiento rápidamente. A continuación se regula al accionamiento a la posición.

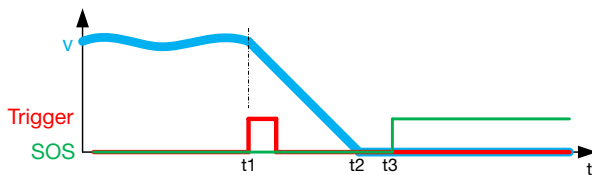


Fig. 2-20: Diagrama de recorrido-tiempo para Parada segura 2

d) Velocidad limitada con seguridad (Safely-limited speed, SLS)

Aquí se monitoriza si el accionamiento queda por debajo de un determinado número de revoluciones o velocidad. Este caso se da en Fig. 2-21 a partir de t_1 .

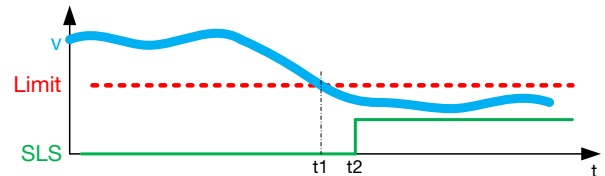


Fig. 2-21: Diagrama de recorrido-tiempo para Velocidad limitada con seguridad

e) Monitorización de seguridad segura (Safe speed monitor, SSM)

Se genera una señal cuando el número de revoluciones/la velocidad del accionamiento se encuentra por debajo de un cierto límite. En Fig. 2-22 se da esta situación desde t_1 hasta t_2 y desde t_3 hasta t_4 .

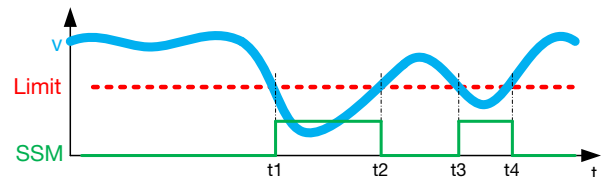


Fig. 2-22: Diagrama de recorrido-tiempo para Monitorización de seguridad segura

f) Sentido del movimiento seguro (Safe direction, SDI)

El accionamiento se monitoriza con respecto a un sentido del movimiento.

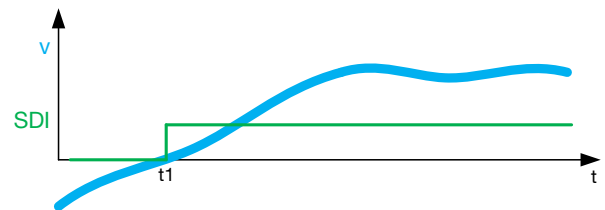


Fig. 2-23: Diagrama de recorrido-tiempo para Sentido del movimiento seguro

g) Posición limitada con seguridad (Safely-limited position, SLP)

Se monitoriza si el accionamiento no sale de una zona de desplazamiento definida. Esta situación se da en la Fig. 2-24 entre t_1 y t_2 .

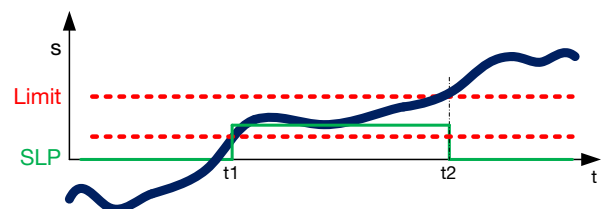


Fig. 2-24: Diagrama de recorrido-tiempo para Posición limitada con seguridad

2

Interfaces (continuación)

2.8 Interfaz digital A/B/Z (RS422/HTL)

2.8.1 Sistema de medición incremental digital

El sensor transfiere la magnitud de medición como señal de tensión diferencial (RS422) o como nivel de tensión de servicio (HTL) al control (según variante). La distancia entre flancos A/B se corresponde con la resolución de la cabeza del sensor.

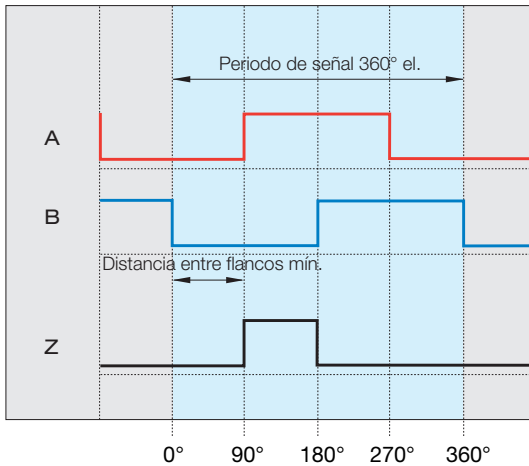


Fig. 2-25: Señales de salida digitales con un movimiento de avance

La distancia mínima posible entre dos flancos o incluso la anchura mínima de la señal Z, es la distancia mínima entre flancos que se debe definir a la hora de pedir la cabeza del sensor. El control evaluador debe poder detectar esta distancia entre flancos.

Cada cambio de flanco de A o B implica un cambio de posición de 1 incremento (evaluación cuadruplicada). La imagen 2-12 muestra todos los estados posibles. Para cada flanco se indica en la línea *Incremento* si se trata de un incremento positivo o negativo.

La línea *Valor del contador* muestra el correspondiente valor del contador, comenzando por 40. El sentido del movimiento se indica en la línea *Sentido del movimiento* con hacia delante o hacia atrás.

Computar una sola señal no es suficiente para determinar la posición.

Esto permite al control conocer en todo momento la posición incremental exacta sin tener que consultarla regularmente con el sensor (funcionalidad de tiempo real).

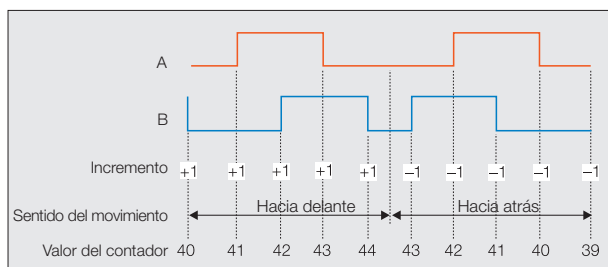


Fig. 2-26: Señales de salida BML con contador de períodos con evaluación cuadruplicada en el control

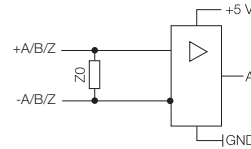


Fig. 2-27: Circuito de electrónica secuencial (RS422)

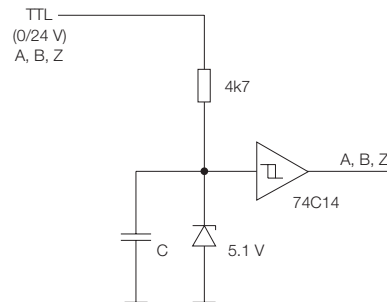


Fig. 2-28: Circuito de electrónica secuencial (HTL)



Si el sensor se alimenta con una tensión independiente del sistema electrónico de evaluación, la GND (la masa) de esta tensión deberá conectarse con la GND de dicho sistema.

Las imágenes 2-13 y 2-14 son ejemplos de conmutación de la electrónica secuencial de evaluación para la interfaz RS422 y HTL.

La resistencia de terminación Z0 de RS422 se describe en el manual del sensor. Se debe utilizar para evitar interferencias.

2

Interfaces (continuación)

2.8.2 Relación entre la velocidad de desplazamiento máxima, la resolución y la distancia entre flancos



Importante

- El control debe poder computar las distancias temporales mínimas entre flancos indicadas en las tablas de la cabeza del sensor (véase, por ejemplo, Tab. 2-4 y Tab. 2-5) (¡Observar la frecuencia de cómputo del control!).
- La distancia mínima entre flancos puede producirse incluso en parada debido al proceso de interpolación interno.
- Seleccione siempre la velocidad de desplazamiento inmediatamente superior o la distancia mínima entre flancos inmediatamente más larga, ya que, de lo contrario, cuando el dispositivo de control efectúe la evaluación se pueden producir errores en la determinación del valor de medición.

Distancia entre flancos mín.	V _{máx.} según distancia entre flancos y la resolución			
	Resolución			
	1 µm	2 µm	5 µm	10 µm
0,11 µs	5 m/s	10 m/s	20 m/s	20 m/s
0,26 µs	2 m/s	4 m/s	10 m/s	20 m/s
0,42 µs	1 m/s	2 m/s	6 m/s	12 m/s
0,94 µs	0,6 m/s	1,2 m/s	3 m/s	6 m/s
1,8 µs	0,3 m/s	0,6 m/s	1,6 m/s	3,2 m/s
3,5 µs	0,15 m/s	0,3 m/s	0,79 m/s	1,5 m/s
7 µs	0,079 m/s	0,15 m/s	0,39 m/s	0,79 m/s
14 µs	0,039 m/s	0,079 m/s	0,19 m/s	0,38 m/s
21 µs	0,026 m/s	0,052 m/s	0,13 m/s	0,26 m/s

Tab. 2-4: Ejemplo de una tabla de selección para máx. velocidad de desplazamiento, resolución y distancia entre flancos mín.

En base a la distancia entre flancos mín. se determina la frecuencia de cómputo mín. que debe dominar la evaluación:

Frecuencia de cómputo mínima = 1/ distancia entre flancos mínima

Correspondientemente, el valor de la frecuencia de exploración debe duplicar el valor de la frecuencia de cómputo.

La frecuencia de señal de las señales A y B es de ¼ de la frecuencia de cómputo mínima. Las relaciones se muestran en la Tab. 2-5.

Distancia entre flancos mín. [µs]	Frecuencia mín. de cómputo [kHz]	Frecuencia mín. de exploración [kHz]	Frecuencia de señal [kHz] oscilación fundamental
0,11	9091	18182	2273
0,26	3846	7692	962
0,42	2381	4762	595
0,94	1064	2128	266
1,80	556	1111	139
3,50	286	571	71
7,00	143	286	36
14,00	71	143	18
21,00	48	95	12

Tab. 2-5: Ejemplo de una tabla para la distancia mínima entre flancos

Determinar un sensor adecuado para el control disponible:

Ejemplo (véase Tab. 2-4):

Supuestos:

- Su dispositivo de control puede detectar una distancia entre flancos mín. de 0,5 µs. Si no dispone de ningún sensor con esta distancia entre flancos mín., seleccione un sensor con una distancia entre flancos mayor.
- La distancia máx. de desplazamiento del sistema debe ser de 1 m/s.

Determinación del sensor adecuado:

- Se necesita un sensor con una distancia entre flancos mín. de 0,94 µs
- Para poder alcanzar un máx. de 1 m/s, seleccione el modelo con la resolución de 2 µm

Determinar un control adecuado para el sensor disponible

¿Qué frecuencia de cómputo máx. debe tener el dispositivo de control? El período de la señal de entrada es la distancia entre flancos cuadruplicada.

La frecuencia máx. de la señal de entrada será entonces de 1/(4 × distancia entre flancos).

Ejemplo:

En caso de una distancia entre flancos de 0,94 µs, la frecuencia máx. de la señal de entrada es 1/(4 × 0,94 µs) = 266 kHz.

La frecuencia de cómputo máx. con una evaluación cuádruple = 1/distancia entre flancos = 1/0,94 µs = 1,064 MHz.

En base a la distancia mínima entre flancos se determina la frecuencia de cómputo mínima que debe dominar la evaluación con respecto a la frecuencia de cómputo mínima = 1/distancia mínima entre flancos.

Correspondientemente, el valor de la frecuencia de exploración debe duplicar el valor de la frecuencia de cómputo.

La frecuencia de las señales A y B es de ¼ de la frecuencia de cómputo mínima. Las relaciones se muestran en la tabla 2-2.

Lista de control para la puesta en servicio y en caso de servicio técnico

- ¿El cuerpo de medición está fijado conforme a FMEA?
- ¿La orientación del cuerpo de medición con respecto a la cabeza del sensor es correcta?
- Opcional: ¿La cinta protectora se ha aplicado?
- ¿La cabeza del sensor está fijada conforme a FMEA? Par de giro ajustado: _____
- ¿La cabeza del sensor está correctamente conectada eléctricamente?
- ¿La tensión de alimentación es correcta?
- ¿Las señales de salida están conectadas con los polos y las fases correctas?
- ¿Todos los conectores macho están enroscados?
- ¿Se ha descargado la tracción del cable en la cabeza del sensor?
- ¿El cable está tendido de tal modo que se acople el menor número posible de interferencias procedentes de otras líneas?
- ¿No se excede la máxima distancia entre la cabeza del sensor y el cuerpo de medición en toda la zona de desplazamiento?
- ¿No se excede el desplazamiento lateral entre la cabeza del sensor y el cuerpo de medición en toda la zona de desplazamiento?
- ¿La resistencia de terminación de 120 Ω entre las señales diferenciales +sen/-sen y +cos/-cos está conectada/activada?
- Prueba de funcionamiento con movimiento manual: ¿Todas las señales +sen, -sen, +cos, -cos llegan con las amplitudes y fases correctas al control?
- ¿El sentido de las señales eléctricas es correcto?
- ¿La determinación de la longitud de indicador está $Z = \sqrt{(A^2 + B^2)}$ activada?
- Prueba de funcionamiento: ¿Movimiento motriz a máxima velocidad?
- ¿La longitud de indicador se determina correctamente a máxima velocidad de desplazamiento?

**www.balluff.com**

Headquarters

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone + 49 7158 173-0
Fax +49 7158 5010
balluff@balluff.de

Global Service Center

Germany

Balluff GmbH
Schurwaldstrasse 9
73765 Neuhausen a.d.F.
Phone +49 7158 173-370
Fax +49 7158 173-691
service@balluff.de

US Service Center

USA

Balluff Inc.
8125 Holton Drive
Florence, KY 41042
Phone (859) 727-2200
Toll-free 1-800-543-8390
Fax (859) 727-4823
technicalsupport@balluff.com

CN Service Center

China

Balluff (Shanghai) trading Co., Ltd.
Room 1006, Pujian Rd. 145.
Shanghai, 200127, P.R. China
Phone +86 (21) 5089 9970
Fax +86 (21) 5089 9975
service@balluff.com.cn