



DFS60S-BJOA00S02

BETRIEBSANLEITUNG

de

Sicherer Encoder

1 Zu diesem Dokument

Dieses Dokument ist ein Originaldokument.

Bitte lesen Sie diese Betriebsanleitung sorgfältig, bevor Sie mit dem sicheren Encoder DFS60S Pro arbeiten, ihn montieren, in Betrieb nehmen oder warten.

1.1 Funktion dieses Dokuments

Diese Betriebsanleitung leitet das technische Personal des Maschinenherstellers bzw. Maschinenbetreibers zur sicheren Montage, Elektroinstallation, Inbetriebnahme sowie zum Betrieb und zur Wartung des DFS60S Pro an.

Darüber hinaus sind für die Planung und den Einsatz von sicheren Encodern wie dem DFS60S Pro technische Fachkenntnisse notwendig, die nicht in diesem Dokument vermittelt werden.

Grundsätzlich sind die behördlichen und gesetzlichen Vorschriften beim Betrieb des DFS60S Pro einzuhalten.

1.2 Symbole und Dokumentkonventionen

⚠️ WARNUNG

Ein Warnhinweis weist Sie auf konkrete oder potenzielle Gefahren hin. Dies soll Sie vor Unfällen bewahren.

Lesen und befolgen Sie Warnhinweise sorgfältig!

- ▶ Handlungsanweisungen sind durch einen Pfeil gekennzeichnet. Lesen und befolgen Sie Handlungsanweisungen sorgfältig.

2 Zu Ihrer Sicherheit

Dieses Kapitel dient Ihrer Sicherheit und der Sicherheit der Anlagenbenutzer.

- ▶ Bitte lesen Sie dieses Kapitel sorgfältig, bevor Sie mit dem DFS60S Pro an der Maschine oder Anlage arbeiten, an dem der sichere Encoder eingesetzt wird.

2.1 Grundlegende Sicherheitshinweise

⚠️ WARNUNG

Beachten Sie die Sicherheitshinweise und Schutzmaßnahmen!

Beachten Sie die nachfolgenden Punkte, um die bestimmungsgemäße, sichere Verwendung des DFS60S Pro zu gewährleisten.

Für Einbau und Verwendung des DFS60S Pro sowie für die Inbetriebnahme und wiederkehrende technische Überprüfungen gelten die nationalen und internationalen Rechtsvorschriften, insbesondere:

- die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
- die Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie 2009/104/EG
- die Unfallverhütungsvorschriften und Sicherheitsregeln
- sonstige relevante Sicherheitsvorschriften

Hersteller und Bediener der Maschine, an der der DFS60S Pro verwendet wird, müssen alle geltenden Sicherheitsvorschriften und Regeln in eigener Verantwortung mit der für sie zuständigen Behörde abstimmen und einhalten.

Diese Betriebsanleitung ist dem Bediener der Maschine, an der der sichere Encoder DFS60S Pro verwendet wird, zur Verfügung zu stellen. Der Maschinenbediener ist durch befähigte Personen einzuweisen und zum Lesen der Betriebsanleitung anzuhalten.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der DFS60S Pro kann in Sicherheitsanwendungen bis Kategorie 3 gemäß EN ISO 13849, bis SIL2 gemäß IEC 61508, bis SIL2 gemäß EN 62061 oder bis PL d gemäß EN ISO 13849 eingesetzt werden.

Der DFS60S Pro unterstützt Sicherheitsfunktionen, die auf der Geschwindigkeitsinformation und Drehrichtungsinformation basieren.

Der Encoder ist **nicht** in der Lage, eigenständig einen sicheren Zustand herbeizuführen.

Drehzahl, Drehrichtung und Stillstand sowie Störungen, von denen eine Gefährdung ausgehen kann, müssen von einem übergeordneten Auswertesystem erkannt werden. Die Anforderungen an das Auswertesystem sind in [Abschnitt 4.1](#) und [Abschnitt 4.2](#) beschrieben.

Der DFS60S Pro darf nur innerhalb der Grenzen der vorgeschriebenen und angegebenen technischen Daten und Betriebsbedingungen verwendet werden. Die in den technischen Daten genannten Anforderungen und Umgebungsbedingungen, müssen beachtet und eingehalten werden, damit der DFS60S Pro seine zugesicherte Funktion erfüllt.

Bei jeder anderen Verwendung sowie bei Veränderungen am Gerät – auch im Rahmen von Montage und Installation – verfällt jeglicher Gewährleistungsanspruch gegenüber der SICK AG.

2.3 Bestimmungswidrige Verwendung

Der DFS60S Pro unterstützt keine sicherheitsgerichteten Betriebsarten, die im Zusammenhang mit absoluter Lage oder absoluter Position stehen.

Der DFS60S Pro gibt zur Referenzierung einen Nullimpuls aus. Dieses Signal darf nicht für sicherheitsgerichtete Betriebsarten verwendet werden.

Der DFS60S Pro ist u. a. für folgende Verwendungen **nicht** geeignet:

- unter Wasser
- in explosionsgefährdeten Bereichen
- in öffentlich zugänglichen Bereichen

2.4 Anforderungen an die Qualifikation des Personals

Der DFS60S Pro darf nur von dazu befähigten Personen projektiert, montiert, angeschlossen, in Betrieb genommen und instand gehalten werden.

Projektiertung

Für die Projektiertung gilt eine Person als befähigt, wenn sie Fachwissen und Erfahrung bei der Auswahl und Anwendung von sicheren Encodern an Maschinen hat und mit den einschlägigen technischen Regelwerken und staatlichen Arbeitsschutzvorschriften vertraut ist.

Mechanische Montage und Inbetriebnahme

Für die mechanische Montage und Inbetriebnahme gilt eine Person als befähigt, wenn sie Fachwissen und Erfahrung auf dem jeweiligen Gebiet besitzt.

Elektrische Installation

Für die elektrische Installation und Inbetriebnahme gilt eine Person als befähigt, wenn sie Fachwissen und Erfahrung auf dem jeweiligen Gebiet besitzt.

3 Produktbeschreibung

Der DFS60S Pro ist ein hochauflösender Inkremental-Encoder mit 60 mm Durchmesser.

Die Übermittlung der Encodersignale zum Auswertesystem erfolgt durch Analogsignale in Form von sinus-/cosinusförmigen Spannungen.

Wenn eine geeignete Auswerteeinheit verwendet wird, dann kann der DFS60S Pro für sicherheitsgerichtete Betriebsarten, die im Zusammenhang mit Geschwindigkeit und Drehrichtung stehen, eingesetzt werden. Dadurch lassen sich Sicherheitsfunktionen gemäß der IEC 61800-5-2 realisieren.

Die mechanische Schnittstelle wurde gemäß der IEC 61800-5-2 so dimensioniert, dass ein Fehlerausschluss aufgrund der Überdimensionierung angenommen werden kann.

Der DFS60S Pro unterliegt einer begrenzten Lagerlebensdauer (s. Techn. Daten). Nach Überschreiten der Lagerlebensdauer können Verschleiß oder Ermüdung der Lager zum Lagerausfall führen. Um dies zu vermeiden, muss der DFS60S Pro spätestens mit Erreichen der Lagerlebensdauer außer Betrieb genommen werden. Die Lagerlebensdauer wird zusätzlich applikationsspezifisch beeinflusst, insbesondere durch Betriebsarten mit kleinen Drehzahlen, Reversierbetrieb, mechanische Vibrationen. Stromdurchgang durch die Kugellager (z. B. durch eingekoppelte Ströme) ist zu vermeiden.

Um die Diagnoseabdeckung des sicheren Sensors hinsichtlich eines unerwarteten Lagerausfalls (z. B. durch erschwerte Betriebsbedingungen, bei grenzwertiger Belastung, o. ä.) zu erhöhen, kann ebenfalls eine externe Plausibilisierung der Sensorinformation hilfreich sein.

⚠️ WARNUNG

Sicherheitshinweis

Der DFS60S Pro darf nicht über seine Gebrauchsdauer ([Technische Daten](#)) hinaus für Sicherheitsanwendungen verwendet werden. Die Gebrauchsdauer kann applikationsabhängig von der Lagerlebensdauer begrenzt sein.

3.1 Typenschlüssel

Hohlwelle

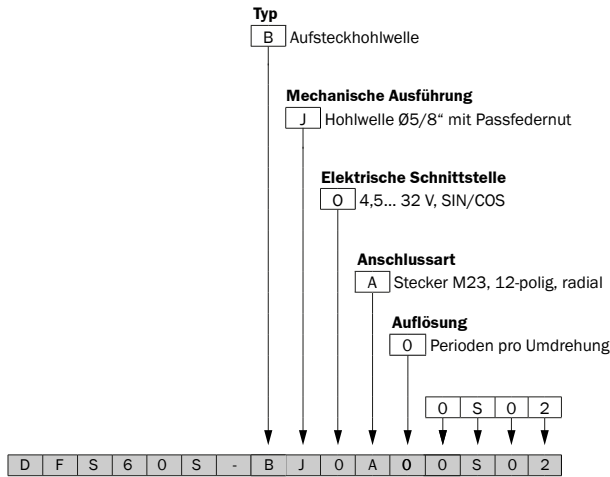


Abbildung 1: Typenschlüssel - Hohlwelle

4 Projektierung

4.1 Anforderungen an die Signalauswertung

Für die vorzeichenrichtige Geschwindigkeitsermittlung sowie für die korrekte inkrementelle Positionsermittlung muss sowohl das Sinussignal als auch das Cosinussignal ausgewertet werden. Dies muss über eine geeignete Sicherheitsarchitektur realisiert werden. Typischerweise erfolgt die Signalauswertung in zwei getrennten Kanälen, deren Ergebnisse innerhalb der Prozesssicherheitszeit¹ miteinander verglichen werden. Die Größe der zulässigen Abweichung muss so gewählt sein, dass statische Fehler in der Auswertung erkannt werden.

HINWEIS

Abweichungen können sich ergeben durch:

- Paarungstoleranzen in Schaltschwellen: ± 1 Inkrement
- Paarungstoleranzen von Abtastzeitpunkten: Anzahl Inkremente in Zeitunterschied bei maximaler Geschwindigkeit

Zur Signalauswertung müssen stets die Differenzsignale verwendet werden (siehe [Abschnitt 6.2](#)).

Aus den Differenzsignalen müssen mit geeigneten Schaltelementen (z.B. Komparatoren) Rechtecksignale gebildet werden, die mit geeigneten Verfahren (z. B. Quadraturdecoder) für eine Zählung verwendet werden.

Die Schaltschwellen müssen so gewählt werden, dass die untere Grenze der Vektorlängenüberwachung (siehe [Abschnitt 4.2.1](#)) nicht überschritten wird. Entsprechend muss die obere Schaltschwelle inklusive Toleranz bei maximal 150 mV über der Signalmitte (siehe [Abbildung 5](#)) liegen und die untere Schaltschwelle inklusive Toleranz bei maximal 150 mV unter der Signalmitte.

WARNUNG

Bei ungeeigneter Dimensionierung von Schaltschwellen und Hysterese in der Signalauswertung kann es zur fehlerhaften Erkennung von zusätzlichen Flanken oder fehlerhaften Nicht-Erkennung von Flanken kommen. Dies kann z. B. zur falschen Bestimmung von Drehrichtung, Position oder Geschwindigkeit führen.

Durch die Zähler kann eine Auflösung von 4.096 Schritten pro Umdrehung erreicht werden (d. h. 4 Schritte pro Signalperiode bzw. 1 Schritt pro Quadrant jeder Signalperiode).

Der Diagnosedeckungsgrad (DC) zur Fehlererkennung der Encodersignale muss mindestens 99% betragen. Hierfür müssen die Diagnoseanforderungen aus [Abschnitt 4.2](#) erfüllt werden. Die Diagnose muss innerhalb der Prozesssicherheitszeit¹ ausgeführt werden.

4.2 Diagnoseanforderungen und Fehlererkennung

Das nachgeschaltete Auswertesystem sollte gemäß IEC 61800-5-2 aufgrund der dort gelisteten Fehlerannahmen zum Einsatz von motion and position feedback sensors die nachfolgend beschriebenen Diagnoseanforderungen und Fehlererkennung gewährleisten.

Im Falle der Erkennung eines Fehlers bei einer der unten genannten Diagnosen muss eine Fehlerreaktion eingeleitet werden, die zu einem sicheren Zustand der Applikation führt.

Im Fehlerfall muss der sichere Zustand der Anwendung erreicht werden, bevor eine Gefahr bringende Situation entstehen kann. Entsprechend muss die Summe aus der maximal benötigten Zeit für die Fehlererkennung und der Zeit für die Fehlerreaktion kleiner sein als die Prozesssicherheitszeit¹.

Die maximal benötigte Zeit für die Fehlererkennung ist der zeitliche Abstand, mit dem die unten genannten Diagnosemaßnahmen vollständig wiederholt werden.

4.2.1 Störungen der analogen Encodersignale Sinus/Cosinus

Zur Erkennung aller unzulässigen Pegelveränderungen in der Relation von Sinus und Cosinus wird die zugrundeliegende mathematische Beziehung der Sinus-/Cosinussignale herangezogen.

Durch Bildung der Größe k durch folgende mathematische Beziehung

$$k^2 = k_1^2 \times \sin^2 \alpha + k_2^2 \times \cos^2 \alpha$$

oder anderer geeigneter mathematischer Verfahren ist es möglich, den Gleichspannungspegel, der den Sinus-/Cosinussignalen gemeinsam zugrundeliegt, zu erfassen. Der Vergleich mit entsprechenden maximalen und minimalen Limitierungen ermöglicht eine genaue und schnell reagierende Erkennung von unzulässigen Abweichungen, unabhängig von der momentanen Winkelstellung α .

Mit den vorliegenden Signalen kann k anhand der folgenden Berechnung ermittelt werden:

$$k^2 = (\text{SIN}+ - \text{SIN}-)^2 + (\text{COS}+ - \text{COS}-)^2$$

Anschaulich darstellen lässt sich diese Relation der Nutzsignale mittels eines zweidimensionalen Modells (Lissajous-Figur). Hierbei bilden die Nutzsignale einen Nutzsinalring.

Für das Signal k wird eine Toleranz von $\pm 50\%$ um die Nominallage erlaubt. Eine größere Abweichung als diese stellt eine Verletzung der Vektorlängengrenzen dar und verlangt eine entsprechende Fehlerreaktion des Auswertesystems.

Es wird empfohlen, die Grenzwerte zur Vermeidung von Fehlauflösungen nicht zu eng zu setzen.

4.2.2 Verlust der mechanischen Kopplung Encodergehäuse oder Versatz der mechanischen Kopplung während des Stillstands oder des Betriebs

Diese Fehlerannahme kann gemäß IEC 61800-5-2 unter Berücksichtigung der korrekten Montage der Drehmomentstütze bzw. des Klammflansches/Servoflansches (siehe [Abschnitt 5](#)) ausgeschlossen werden.

4.2.3 Verlust der mechanischen Kopplung Encoderwelle-Antriebswelle während des Stillstands oder des Betriebs

Diese Fehlerannahme kann gemäß IEC 61800-5-2 unter Berücksichtigung der korrekten Montage des Encoders an der Antriebswelle (siehe [Abschnitt 5](#)) ausgeschlossen werden.

4.2.4 Sinus-/Cosinussignal-Stillstand aufgrund elektrischer Defekte

Diese Fehlerannahme kann ausgeschlossen werden, da Sinus-/Cosinussignale rein analog erfasst und verarbeitet werden und im Design keine Speicherstrukturen für analoge Spannungen vorgesehen sind.

4.2.5 Beschädigung, Verschmutzung oder Lösung der Maßverkörperung (Codescheibe)

Eine Beschädigung oder Verschmutzung der Maßverkörperung kann folgende Situationen herbeiführen:

Durch einen Verlust der Ablendung des Senders kommt es zu einem maximalen Signalpegel in beiden Kanälen. Dies kann gemäß [Abschnitt 4.2.1](#) erkannt werden. Eine Fehlausrichtung der Codescheibe zum optischen Abtaster oder eine Verschmutzung erzeugt ebenfalls Signalpegel in den Kanälen Sinus und Cosinus, die nach [Abschnitt 4.2.1](#) diagnostiziert werden können.

Für das Lösen der Maßverkörperung kann ein Fehlerausschluss gemäß EN ISO 13849-1 und EN ISO 13849-2 auf Grundlage mechanischer Überdimensionierung vorgenommen werden.

4.2.6 Oszillationen eines oder mehrerer Ausgänge

Oszillationen an den Signalausgängen können wie folgt detektiert werden:

Führen die Oszillationen zu unzulässigen Signalpegeln in einem oder beiden Kanälen, lässt sich die Fehlererkennung nach [Abschnitt 4.2.1](#) heranziehen.

Im Stillstand wirkt sich die Oszillation eines Eingangssignals bei Einsatz eines geeigneten Phasendiskriminators für die Erzeugung von Zählimpulsen im Auswertesystem als Vor- und Rückzählen eines Inkrements aus. Der daraus resultierende Fehler entspricht dem Winkelbetrag eines Inkrements.

Eine Oszillation beider Signale (Sinus und Cosinus) in Phase oder eines einzelnen Signals während des Motorlaufs führt zu unzulässigen Signalpegeln, die durch Maßnahmen gemäß [Abschnitt 4.2.1](#) erkannt werden.

4.2.7 Vertauschen der Ausgangssignale Sinus und Cosinus

Dieser Fehler kann ausgeschlossen werden, da Sinus-/Cosinussignale gesondert erfasst und verarbeitet werden.

Es gibt keine Multiplexer für diese Signale im Encoder.

4.2.8 Überwachung der vom Auswertesystem ausgegebenen Encoder-Versorgungsspannung

Unzulässige Spannungspegel der Encoder-Versorgungsspannung werden durch Maßnahmen gemäß [Störungen der analogen Encodersignale Sinus/Cosinus](#) erkannt. Insbesondere die dort aufgeführte Untergrenze für die Vektorlänge hilft auf Unterspannung zu überwachen.

Zur Eingrenzung von Fehlern gemeinsamer Ursache und zur Fehlerfrüherkennung ist die Versorgungsspannung des Encoders auf Einhaltung der in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte zu überwachen.

4.2.9 Betrieb des Encodersystems außerhalb zulässiger Temperaturbereiche

Wenn nicht sichergestellt werden kann, dass das Encodersystem im zulässigen Temperaturbereich betrieben wird, muss vom Systembetreiber eine geeignete Maßnahme ergriffen werden, damit der spezifizierte Temperaturbereich eingehalten wird.

Fehler, die aus dem Betrieb bei unzulässigen Temperaturen resultieren, werden durch Maßnahmen gemäß [Abschnitt 4.2.1](#) erkannt.

¹ Prozesssicherheitszeit: Zeitspanne zwischen dem Auftreten eines Gefahr bringenden Ausfalls des Messsystems und dem Zeitpunkt, bei dem die Reaktion abgeschlossen sein muss, um das Auftreten der Gefahr zu verhindern.

4.3 Anforderungen an die mechanische Wellenverbindung

4.3.1 Hohlwellen-Encoder

Die Verbindung der Antriebseinheit mit dem Hohlwellen-Encoder muss mit einer kraftschlüssigen oder einer kraft- und formschlüssigen Verbindung hergestellt werden. Der Einsatz einer Passfeder verhindert ein radiales Verdrehen des Encoders.

Für die Antriebswellen-Durchmesser 6 mm, 8 mm und 3/8" ist der Einsatz einer Passfeder zwingend erforderlich. Damit wird die erforderliche Überdimensionierung für den Fehlerausschluss des Verlustes der Wellenverbindung gewährleistet.

- ▶ Anforderungen zur Passfedermontage auf der Antriebswelle entnehmen Sie den Maßzeichnungen am Ende der Betriebsanleitung auf dem sprachneutralen Zusatzblatt. Der Werkstoff der kundenseitigen Antriebswelle muss eine Zugfestigkeit von mindestens 530 N/mm² aufweisen.

5 Montage

Dieses Kapitel beschreibt die Vorbereitung und Durchführung der Montage des DFS60S Pro.

- ▶ Schalten Sie die Spannung bei allen von der Montage betroffenen Maschinen/Anlagen ab.
- ▶ Vermeiden Sie Schläge und Stöße auf die Welle, dies kann zu Kugellagerdefekten führen.
- ▶ Ziehen oder drücken Sie niemals am Encoder.

5.1 Befestigungsmaterial

Sie benötigen folgende Schrauben:

- Für die Drehmomentstütze:
 - 1 × M4-Zylinderschraube nach DIN ISO 4762 (oder gleichwertiger Schraubentyp mit ebener Kopfauflage)
 - Unterlegscheibe

Die Festigkeitsklasse der Schrauben muss mindestens 8.8 sein. Die Schraubenlänge wählen Sie entsprechend den Einbauverhältnissen.

5.2 Anbauvorbereitung

- ▶ Achten Sie darauf, dass Anbauteile frei von Schmierstoffen und Verschmutzungen sind.
- ▶ Achten Sie auf Beschädigungen!
- ▶ Bei Varianten mit Drehmomentstütze muss die Wellenverbindung starr erfolgen und darf nicht elastisch sein (wie z.B. über Balgkupplungen)

5.2.1 Allgemein gültige Hinweise

Verbinden Sie den DFS60S Pro verdrehfest mit der kundenseitigen Anflanschung. Alle angegebenen Maße und Toleranzen der technischen Zeichnungen und der Montagebeschreibung müssen eingehalten werden.

Je genauer die Zentrierung für den DFS60S Pro ist, desto geringer sind Winkel- und Wellenversatz bei der Montage und um so weniger werden die Lager des DFS60S Pro belastet.

Alle Schraubverbindungen sind mit flüssiger Schraubensicherung (beispielsweise mit LOCTITE 243) gegen Lösen zu sichern.

HINWEIS

Federscheiben und Zahnscheiben sind als Schraubensicherung nicht ausreichend.

- ▶ Alle Montageflächen sollten eine Grenzflächenpressung > 200 N/mm² aufweisen.
- ▶ Bei Varianten mit Drehmomentstütze muss die Drehmomentstütze eben und vollflächig auf der Montagefläche aufliegen.
- ▶ Alle Befestigungsschrauben sollten eine Einschraubtiefe von 5 Gewindegängen nicht unterschreiten.

Bei Varianten mit Drehmomentstütze kann u.U. der Drehmomentschlüssel nicht senkrecht an die Schraube angesetzt werden. In der Toleranz des Anzugsdrehmoments ist eine Schrägstellung von bis zu 20° mit enthalten. Häufiges Lösen oder Befestigen der Schraube mit Winkelabweichung kann zur Beschädigung der Schraube führen (siehe [Abschnitt 5.2.2](#)).

5.2.2 Anbau Hohlwellen-Encoder mit einseitiger Drehmomentstütze, lang

- ▶ Falls erforderlich, beigestellte Passfeder (1) auf kundenseitige Antriebswelle (2) montieren ([Abschnitt 4.3.1](#) beachten).
- ▶ Kundenseitige Antriebswelle (2) blockieren.
- ▶ Schraubensicherung ([Abschnitt 5.2.1](#) beachten) am Gewinde des Klemmrings (3) oder an beigestellter Torx-Schraube T20 (4) aufbringen.
- ▶ Torx-Schraube T20 (4) in den Klemmring (3) einführen und vormontieren, jedoch nicht festziehen.
- ▶ Encoder auf kundenseitige Antriebswelle (2) nach der Passfeder (1) ausgerichtet aufschieben, sodass die Drehmomentstütze lang (5) an Montagefläche (6) anliegt.
- ▶ Drehmomentstütze lang (5) mit mindestens einer Schraube M4 (7) und Unterlegscheibe (8) befestigen; dabei Schraubensicherung ([Abschnitt 5.2.1](#) beachten) an jeweiligem Gewinde aufbringen.
- ▶ Schraube (7) festziehen, Anzugsdrehmoment: 1,2 ± 0,1 Nm.
- ▶ Torx-Schraube T20 (4) am Klemmring (3) festziehen, Anzugsdrehmoment: 3,5 ± 0,1 Nm.

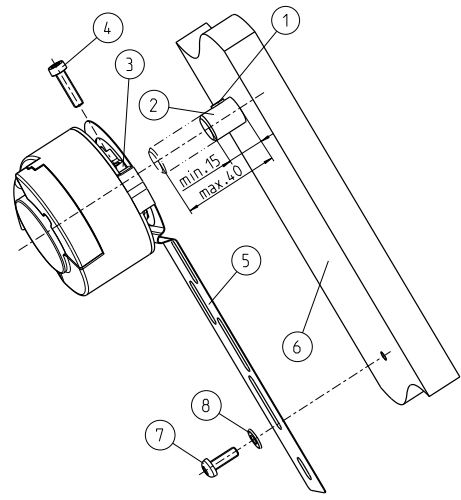


Abbildung 2: Anbau Aufsteckhohlwellen-Encoder mit einseitiger Drehmomentstütze, lang

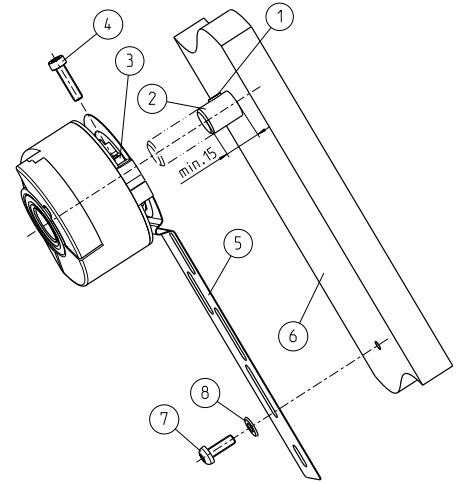


Abbildung 3: Anbau Durchsteckhohlwellen-Encoder mit einseitiger Drehmomentstütze, lang

6 Elektrische Installation

WARNUNG

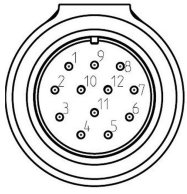
Schalten Sie die Spannung bei allen von der Installation betroffenen Maschinen/Anlagen/Fahrzeugen ab.

- ▶ Beim Anschluss des DFS60S Pro die Betriebsanleitung des übergeordneten Auswertesystems beachten.
- ▶ Gehäuse bzw. Schirmung an Erde bzw. Masse anschließen. Dazu das Kabelschirmgeflecht großflächig anschließen.
- ▶ Drehmomentstütze gegenüber jeglicher Belastung durch die Anschlussleitungen absichern. Den kleinsten zulässigen Biegeradius der Anschlussleitungen beachten (zulässiger Biegeradius für Encoder mit Leitungsabgang: min. 7,5 × Außendurchmesser Leitung).
- ▶ Wir empfehlen die Verwendung von SICK-Zubehörleitungen (siehe entsprechende Datenblätter).
- ▶ Den Encoder mit Versorgungsspannung, die aus PELV-Systemen (EN 50178) erzeugt wird, versorgen (Verschmutzungsgrad 2).
- ▶ Der Strom des Netzteils, das den Encoder versorgt, muss extern auf max. 1 A begrenzt werden – entweder durch das Netzteil selbst oder durch eine Sicherung.
- ▶ Encodersignale differenziell auswerten.
- ▶ Verwendete und nicht verwendete Encodersignale differenziell abschließen, d.h. zwischen dem Signal und dem Komplementärsignal einen Abschlusswiderstand von ≥ 120 Ω einfügen.

6.1 Anschlussübersicht

Der DFS60S Pro wird mit dem folgenden Anschluss geliefert:

- Leitung mit M23-Stecker



Pinbelegung Anschluss M23, 12-polig

Pin M23, 12polig	Signal	Bedeutung
2	COS-	Signalleitung
1	COS+	Signalleitung
5	SIN-	Signalleitung
4	SIN+	Signalleitung
8	Z ⁻	Signalleitung (nicht für sicherheitsgerichtete Betriebsarten!)
7	Z	Signalleitung (nicht für sicherheitsgerichtete Betriebsarten!)
12	GND	Masseanschluss
11	+U _S	Versorgungsspannung (potenzialfrei zum Gehäuse)
3, 6, 9, 10	-	Nicht belegen
Schirm	-	Mit Encodergehäuse verbunden

Leitungsinformationen

Zulässige Leitungslänge bei maximaler Ausgangsfrequenz in Abhängigkeit der Versorgungsspannung:

Leitungsinformationen

+U _S	Max. Leitungslänge ¹⁾
4,5 ... 5,0 V	50 m (4x Leitungslänge Encoder)
5,0 ... 7,0 V	100 m (4x Leitungslänge Encoder)
7,0 ... 30 V	150 m (4x Leitungslänge Encoder)

¹⁾ Folgende Leiterquerschnitte wurden herangezogen: Datenleitung 4 x 2 x 0,25 mm² + 2 x 0,5 mm² + 1 x 0,14 mm² mit Abschirmung (für U_S, GND 2 x 0,5 mm²)

6.2 Signale des Encoders

Der DFS60S Pro verfügt über die folgenden Signale:

- Versorgungsspannung +U_S des Encoders: Der Betriebsspannungsbereich gemessen am Encoder liegt zwischen 4,5 V und 32 V.
- Masseanschluss GND des Encoders: galvanisch getrennt vom Gehäuse. Die auf GND bezogene Spannung ist +U_S.
- Prozessdatenkanal SIN+: SIN+ ist ein Sinussignal von 0,5 V_{pp} mit einem statischen Offset von 2,5 V.
- Prozessdatenkanal SIN-: SIN- ist ein Sinussignal von 0,5 V_{pp} mit einem statischen Offset von 2,5 V. SIN- ist antivalent zum Signal SIN+.
- Prozessdatenkanal COS+: COS+ ist ein Cosinussignal von 0,5 V_{pp} mit einem statischen Offset von 2,5 V. Das Signal COS+ ist um 90° zum Signal SIN+ phasenverschoben.
- Prozessdatenkanal COS-: COS- ist ein Cosinussignal von 0,5 V_{pp} mit einem statischen Offset von 2,5 V. COS- ist antivalent zum Signal COS+.
- Nullimpuls Z: Z gibt die Nullposition des Encoders als differenzielles Digitalsignal mit einer Breite von 90° elektrisch (el.) und einem Pegel von 1,75 V (Low) und 2,9 V (High) aus.

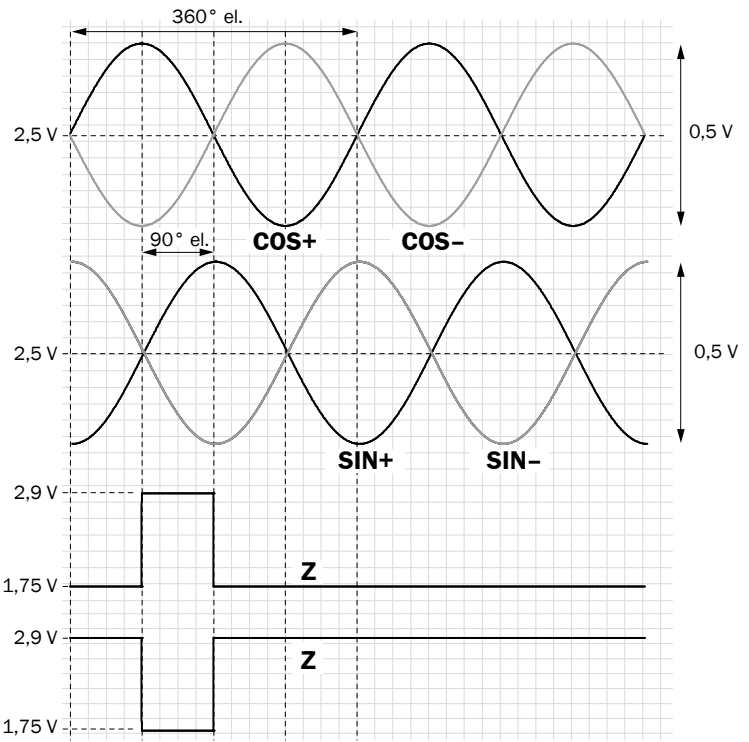


Abbildung 4: Signale des Encoders vor der Differenzbildung bei 120 Ω Last, Signaldiagramm bei Drehung der Welle im Uhrzeigersinn mit Blick in Richtung Welle

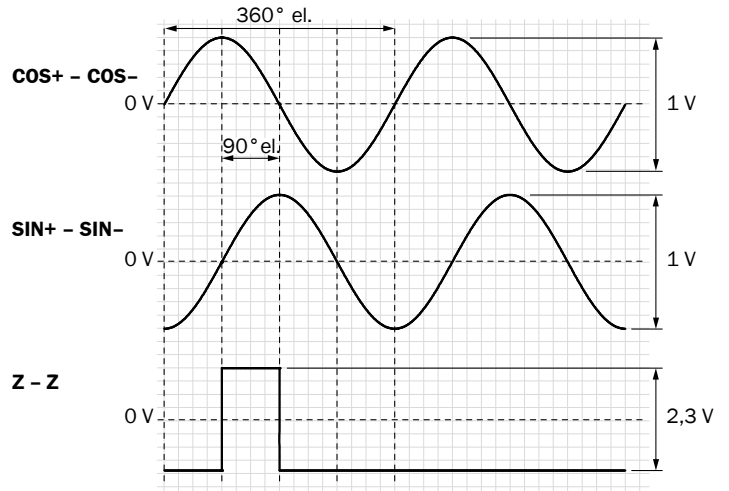


Abbildung 5: Signale des Encoders nach der Differenzbildung bei 120 Ω Last, Signaldiagramm bei Drehung der Welle im Uhrzeigersinn mit Blick in Richtung Welle

7 Inbetriebnahme

HINWEIS

Keine Inbetriebnahme ohne Prüfung durch eine befähigte Person!

Bevor Sie eine Anlage oder eine Maschine, in die der integriert ist, erstmalig in Betrieb nehmen, muss diese durch eine befähigte Person überprüft und freigegeben werden. Beachten Sie hierzu die Hinweise im [Abschnitt 2](#).

- ▶ Initialisierungszeit nach dem Einschalten berücksichtigen. Während dieser Zeit gibt der Encoder keine gültigen Signale aus.
- ▶ Prüfen, ob alle Sicherheitsfunktionen bei allen relevanten Geschwindigkeiten wie geplant wirken.
- ▶ Prüfen, ob die maximale im Betrieb des Encoders entstehende Temperatur am Messpunkt Betriebstemperatur des Encoders (**Maßzeichnungen**) innerhalb des in den Technischen Daten angegebenen Betriebstemperaturbereiches liegt.
- ▶ Wenn die Temperatur am Messpunkt Betriebstemperatur über 70 °C liegt:
 - Piktogramm "Achtung! Heiße Oberflächen" gemäß IEC 60417-5041 gut sichtbar am Encodergehäuse anbringen.
 - Die Bedeutung des Piktogramms in der Bedienungsanleitung der Maschine, in die der Encoder eingebaut wird, erläutern.

7.1 Prüfen

Im Betrieb sind keine weiteren prüfenden Maßnahmen erforderlich.

8 Instandhaltung

- Der DFS60S Pro ist wartungsfrei. Bei Defekt ist keine Reparatur möglich. Bitte kontaktieren Sie uns bei Reklamationen.
- Gebrauchsdauer beachten. Der sichere Encoder DFS60S Pro hat eine maximale Gebrauchsdauer, nach der er in jedem Fall außer Verkehr gebracht werden muss. Hierbei ist neben der Gebrauchsdauer T_M auch die Lagerlebensdauer zu beachten. Der Parameter der applikationsabhängig zuerst erreicht wird, bestimmt den Zeitpunkt der erforderlichen Außerbetriebnahme.
- Das Baujahr des Encoders wird auf dem Geräteetikett bzw. Verpackungsetikett kodiert als vierstellige Zahl angegeben (yyww). Die ersten beiden Ziffern yy bezeichnen das Jahr (ohne Jahrhundert), die letzten beiden Ziffern ww die Kalenderwoche des Herstellungsprozesses.

9 Außerbetriebnahme

9.1 Umweltgerechtes Verhalten

Der Sicherheits-Encoder ist so konstruiert, dass er die Umwelt so wenig wie möglich belastet. Er verbraucht nur ein Minimum an Energie und Ressourcen.

- Handeln Sie auch am Arbeitsplatz immer mit Rücksicht auf die Umwelt. Beachten Sie deshalb die folgenden Informationen zur Entsorgung.

9.2 Entsorgung

- Entsorgen Sie unbrauchbare oder irreparable Geräte immer gemäß den jeweils gültigen landesspezifischen Abfallbeseitigungsvorschriften.

1 HINWEIS

Gerne sind wir Ihnen bei der Entsorgung dieser Geräte behilflich. Sprechen Sie uns an.

10 Technische Daten

Technische Daten

Performance	
Anzahl der Sinus-/ Cosinusperioden pro Umdrehung	1.024
Messschritt (nicht sicherheitsgerichtet)	0,3 Winkelsekunden Bei 12 Bit Interpolation
Integrale Nichtlinearität	Typ. ± 45 Winkelsekunden ¹⁾
Differenzielle Nichtlinearität	± 7 Winkelsekunden
Referenzsignal, Anzahl	1
Referenzsignal, Lage	90°, elektrisch, logisch verknüpft mit Sinus/ Cosinus
Mechanische Daten	
Masse	
Durchsteckhohlwelle Aufsteckhohlwelle	ca. 0,25 kg ¹⁾
Anlaufdrehmoment bei 20 °C	
Durchsteckhohlwelle Aufsteckhohlwelle	$\leq 0,8$ Ncm
Betriebsdrehmoment bei 20 °C	
Durchsteckhohlwelle Aufsteckhohlwelle	$\leq 0,6$ Ncm
Max. Winkelbeschleunigung	$\leq 5 \times 10^5$ rad/s ²
Zulässige Wellenbewegung (Hohlwelle)	-
Statisch (radial/axial)	$\pm 0,3$ mm / $\pm 0,5$ mm
Dynamisch (radial/axial)	$\pm 0,05$ mm / $\pm 0,1$ mm
Betriebsdrehzahl max. ²⁾	
Durchsteckhohlwelle Aufsteckhohlwelle	6.000 min ⁻¹
Trägheitsmoment des Rotors	
Durchsteckhohlwelle Aufsteckhohlwelle	56 gcm ²
Lagerlebensdauer ³⁾	$3,6 \times 10^9$ Umdrehungen ⁴⁾
Elektrische Daten	
Elektrische Schnittstellen	4,5 V ... 32 V, Sin/Cos 1,0 V _{SS} (differenziell)
Ausgabefrequenz	$\leq 153,6$ kHz
Initialisierungszeit nach dem Einschalten	50 ms ⁵⁾
Lastwiderstand	$\geq 120 \Omega$
Leistungsaufnahme ohne Last	$\leq 0,7$ W
Schutzklasse gemäß DIN EN 61140	III
Verschmutzungsgrad	2
Verpolungsschutz	Ja
Kurzschlussfestigkeit der Ausgänge	Ja ⁶⁾

Performance	
Umgebungsdaten	
EMV	Gemäß EN 6000-6-2, EN 6000-6-3 IEC 6326-3-1
Schutzart gemäß IEC 60529	Encoder: IP65 Anschlussstecker: IP66 + IP67 ⁷⁾
Zulässige relative Luftfeuchte ⁸⁾	90%
Betriebstemperaturbereich ⁹⁾	-20 ... +85 °C
Lagerungstemperaturbereich (ohne Verpackung)	-20 ... +85 °C
Betriebshöhe	Max. 2.000 m über N.N. (80 kPa)
Widerstandsfähigkeit gegenüber Schock gemäß EN 60 068-2-27 ¹⁰⁾	100 g/6 ms ¹¹⁾
Widerstandsfähigkeit gegenüber Vibration gemäß EN 60068-26 ¹⁰⁾	30 g 10 ... 1.000 Hz
Sicherheitstechnische Kenngrößen	
Sicherheits-Integritätslevel ¹²⁾	SIL2 (IEC 61508), SIL2 (EN 62061)
Kategorie	3 (EN ISO 13849)
Testrate	Nicht erforderlich
Maximale Anforderungsrate	Kontinuierlich (Analogsignale)
Performance Level ¹²⁾	PL d (EN ISO 13849)
PFH _D (bei 95 °C Betriebstemperatur) (Wahrscheinlichkeit eines Gefahr bringenden Ausfalls pro Stunde) ¹³⁾	$1,7 \times 10^{-8}$
T _M (Gebrauchsdauer) ³⁾	20 Jahre (EN ISO 13849)
Sicherheitsgerichteter Messschritt	0,09° Quadraturauswertung
Sicherheitsgerichtete Genauigkeit	$\pm 0,09^\circ$

- Bezogen auf entspannte Drehmomentstütze.
- Eigenerwärmung von ca. 3,0 K pro 1.000 min⁻¹ hinsichtlich des zulässigen Betriebstemperaturbereichs berücksichtigen.
- Die Gebrauchsdauer kann applikationsabhängig auch von der Lagerlebensdauer begrenzt sein.
- Gerechnet für max. Drehzahl und Temperatur.
- Nach dieser Zeit können gültige Signale gelesen werden.
- Kurzschluss gegenüber einem anderen Kanal oder GND zulässig für max. 30 s. Bei US ≤ 12 V zusätzlich Kurzschluss gegen US zulässig für max. 30 s.
- Gegenstecker muss verschraubt sein und die genannte Anforderung ebenso erfüllen.
- Betauung der optischen Abtastung nicht zulässig.
- Am Messpunkt Betriebstemperatur.
- Geprüft im Betrieb mit Vektorlängenüberwachung.
- Anzahl der Schocks in jeder Prüffachse, sowohl positiv als auch negativ: 3.
- Für detaillierte Informationen zur Sicherheitsauslegung Ihrer Maschine/Anlage setzen Sie sich bitte mit Ihrer zuständigen SICK-Niederlassung in Verbindung.
- Die angegebenen Werte beziehen sich auf einen Diagnosedeckungsgrad von 99%, der durch das externe Antriebssystem erreicht werden muss.

11 Zubehör

Artikelnummern Zubehör

Artikel	Artikelnr.
BEF-MK-SE01 Zylinderkopfschraube M4x16 (1 Stk.) und Passfeder 2x2x6 nach DIN 6885 (1 Stk.)	2073617

Weiteres Zubehör finden auf www.sick.com.

Die Zubehöerteile müssen vom Verwender des Produkts bei der Herstellung der Gesamtmaschine im Rahmen der Realisierung der entsprechenden Sicherheitsfunktion(en) betrachtet werden. Gegebenenfalls müssen die erforderlichen Fehlerausschlüsse nachgewiesen werden.

12 Anhang

12.1 Lieferumfang

- Encoder DFS60S Pro gemäß Typenschlüssel
- Passfeder gemäß DIN 6885-A (bei Hohlwellen-Variante)
- Torx-Schraube T20 für Klemmring (bei Hohlwellen-Variante)
- Allgemeine Sicherheitshinweise
- Betriebsanleitung

12.2 Konformitäten und Zertifikate

Auf www.sick.com finden Sie Konformitätserklärungen, Zertifikate und die aktuelle Betriebsanleitung des Produkts. Dazu im Suchfeld die Artikelnummer des Produkts eingeben (Artikelnummer: siehe Typenschild eintrag im Feld „P/N“ oder „Ident. no.“).

12.2.1 Konformität mit EU-Richtlinien

EU-Konformitätserklärung (Auszug)

Der Unterzeichner, der den Hersteller vertritt, erklärt hiermit, dass das Produkt in Übereinstimmung mit den Bestimmungen der nachstehenden EU-Richtlinie(n) (einschließlich aller zutreffenden Änderungen) ist und dass die in der EU-Kon-

formitätserklärung angegebenen Normen und/oder technischen Spezifikationen zugrunde gelegt sind.

- MACHINERY DIRECTIVE 2006/42/EC
- EMC DIRECTIVE 2014/30/EU
- ROHS DIRECTIVE 2011/65/EU

12.2.2 Konformität mit UK statutory instruments

UK-Konformitätserklärung (Auszug)

The undersigned, representing the following manufacturer herewith declares that this declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer. The product of this declaration is in conformity with the provisions of the following relevant UK Statutory Instruments (including all applicable amendments), and the respective standards and/or technical specifications have been used as a basis.

- Electromagnetic Compatibility Regulations 2016
- Supply of Machinery (Safety) Regulations 2008
- Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012



13 Maßzeichnungen

- WICHTIG**
Die Maßzeichnungen finden Sie am Ende der Betriebsanleitung (im sprachneutralen Zusatzblatt).

Safe encoder

1 About this document

This document is an original document.

Please read these operating instructions carefully before using the DFS60S Pro safe encoder or mounting it, putting it into operation, or servicing it.

1.1 Purpose of this document

These operating instructions provide technical personnel of the machine manufacturer or the machine operator with instructions regarding the safe assembly, electrical installation, commissioning, operation and maintenance of the DFS60S Pro.

Furthermore, planning and using safe encoders such as the DFS60S Pro also requires technical skills that are not covered in this document.

The official and legal regulations for operating the DFS60S Pro must always be complied with.

1.2 Symbols and document conventions

WARNING

A warning indicates a specific or potential hazard. This is intended to protect you against accidents.

Carefully read and follow the warnings.

- ▶ Instructions requiring specific action are indicated by an arrow. Carefully read and follow the instructions for action.

2 Safety information

This chapter concerns your own safety and the safety of the system operator.

- ▶ Please read this chapter carefully before you begin working with the DFS60S Pro on the machine or system in which the safe encoder is used.

2.1 General safety notes

WARNING

Follow the safety notes and protective measures.

Observe the following to ensure the safe use of the DFS60S Pro as intended.

The national and international legal specifications apply to the installation and use of the DFS60S Pro, to its commissioning, and to technical inspections repeated at regular intervals, in particular:

- The Machinery Directive 2006/42/EC
- The Work Equipment Directive 2009/104/EC
- The work safety regulations and safety regulations
- Any other relevant safety regulations

The manufacturer and operator of the machine on which the DFS60S Pro is used are responsible for coordinating and complying with all applicable safety specifications and regulations, in cooperation with the relevant authorities.

These operating instructions must be made available to the operator of the machine on which the DFS60S Pro safe encoder is used. The machine operator must be instructed by qualified safety personnel and read the operating instructions.

2.2 Intended use

The DFS60S Pro can be used in safety applications up to category 3 in accordance with EN ISO 13849, up to SIL2 in accordance with IEC 61508, up to SIL2 in accordance with EN 62061, or up to PL d in accordance with EN ISO 13849.

The DFS60S Pro supports safety functions based on the speed and direction of rotation information.

The encoder is **not** able to create a safe state independently.

The speed, direction of rotation, downtime, and faults that could result in a hazard must be detected by a higher-level evaluation system. The requirements for the evaluation system are described in [section 4.1](#) and [section 4.2](#).

The DFS60S Pro must only be used within the limits of the prescribed and specified technical data and operating conditions. The requirements and ambient conditions defined in the technical data must be observed and maintained to allow the DFS60S Pro to meet its warranted function.

If used in any other way or if alterations are made to the device – including in the context of mounting and installation – this will render void any warranty claims directed to SICK AG.

2.3 Improper use

The DFS60S Pro does not support any safety-related operating modes in the context of an absolute position.

The DFS60S Pro emits a zero pulse as a reference. This signal must not be used for safety-related operating modes.

The DFS60S Pro is **not** suitable for the following applications, among others:

- Underwater
- In explosion-hazardous areas
- In areas accessible to the public

2.4 Requirements for the qualification of personnel

The DFS60S Pro must only be configured, installed, connected, commissioned and serviced by qualified safety personnel.

Project planning

Where project planning is concerned, a person is considered competent when he/she has expertise and experience in the selection and use of safe encoders

on machines and is familiar with the relevant technical rules and national work safety regulations.

Mechanical mounting and commissioning

Where mechanical mounting and commissioning are concerned, a person is considered competent when he/she has expertise and experience in the field.

Electrical installation

Where electrical installation and commissioning are concerned, a person is considered competent when he/she has expertise and experience in the field.

3 Product description

The DFS60S Pro is a high-resolution incremental encoder with a diameter of 60 mm.

Encoder signals are transmitted to the evaluation system using analog signals in the form of sine/cosine-wave voltages.

If a suitable evaluation unit is used, the DFS60S Pro can then be used for safety-related operating modes that are associated with the speed and direction of rotation. It can then fulfill safety functions in accordance with IEC 61800-5-2. In accordance with IEC 61800-5-2, the mechanical interface has been dimensioned in such a way that it is possible to assume errors are ruled out based on its over-dimensioning.

The DFS60S Pro is subject to limited bearing service life (see technical data). After its bearing service life is exceeded, bearing wear or fatigue could lead to bearing failure. To prevent this, the DFS60S Pro must be taken out of operation no later than when the bearing service life has been reached. The bearing service life is also influenced by the specific application, in particular due to operating modes with low speeds, reversing operation and mechanical vibrations. Current should be prevented from passing through the ball bearing (e.g., due to injected currents).

External plausibilization of the sensor information can be helpful for increasing diagnostic coverage of the safe sensor regarding unexpected bearing failure (e.g., due to difficult operating conditions, borderline load, and the like).

WARNING

Safety note

The DFS60S Pro must not be used for safety applications beyond its mission time ([Technical data](#)). The mission time can be limited by the bearing service life specific to the application.

3.1 Type code

Hollow shaft

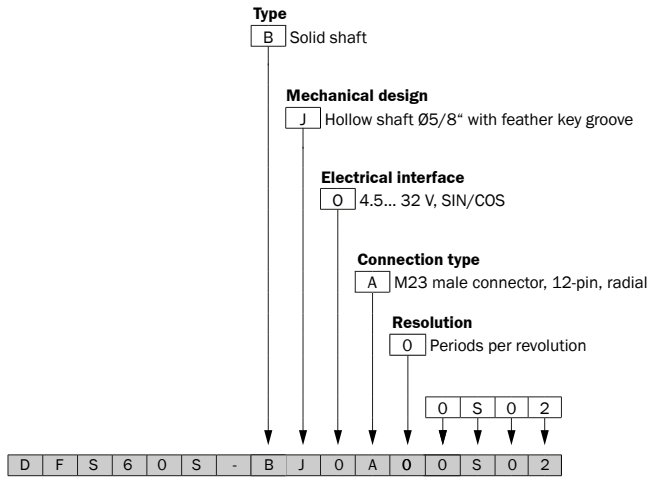


Figure 1: Type code - Hollow shaft

4 Project planning

4.1 Requirements for signal evaluation

To determine the speed with the correct sign, as well as the correct incremental position, both the sine signal and the cosine signal must be evaluated. This must be carried out using a suitable safety architecture. Typically, the signal is evaluated on two separate channels, the results of which are compared with one another during the process safety time². The extent of the permitted deviation must be selected to allow static errors to be detected in the evaluation.

NOTE

Deviations can arise as a result of:

- Pairing tolerances in switching thresholds: ± 1 increment
- Pairing tolerances of sampling times: Number of increments in time difference at maximum speed

The differential signals must always be used to evaluate the signals (see section 6.2).

Square-wave signals must be formed from the differential signals using suitable switching elements (e.g., comparators). These square-wave signals are used for counting by means of appropriate methods (e.g., a quadrature decoder).

The switching thresholds must be selected so that the lower limit of the vector length monitoring (see section 4.2.1) is not exceeded. Accordingly, the upper switching threshold – including tolerance – must be a maximum of 150 mV above the center of the signal (see figure 5) and the lower switching threshold – including tolerance – must be a maximum of 150 mV below the center of the signal.

WARNING

If the switching thresholds are not dimensioned appropriately and hysteresis occurs during signal evaluation, this can cause additional signal edges to be detected incorrectly or an incorrect failure to detect signal edges. This can lead to the direction of rotation, position, or speed being determined incorrectly, for example.

Using the counter, it is possible to achieve a resolution of 4,096 steps per rotation (i.e., 4 steps per signal period or 1 step per quadrant of each signal period). The diagnostic degree of coverage (DC) must be at least 99% to enable error detection in the encoder signals. To achieve this, the diagnostic requirements from section 4.2 must be fulfilled. Diagnosis must be carried out within the process safety time².

4.2 Diagnostic requirements and error detection

In accordance with IEC 61800-5-2, the downstream evaluation system should ensure the following diagnostic requirements are met and error detection is provided; this is based on the error assumptions that the standard lists in relation to the use of motion and position feedback sensors.

If an error is detected during one of the diagnostic processes listed below, an error response must be initiated to bring the application into a safe state.

In the event of an error, the application must be brought into a safe state before a hazardous situation can arise. The sum of the maximum time required for error detection and the time for responding to errors must therefore be less than the process safety time².

The maximum time required for error detection is the interval during which the diagnostic measures listed below are repeated in full.

4.2.1 Analog sine/cosine signal faults

To detect all impermissible level changes in the relationship between sine and cosine, the underlying mathematical relationship between sine and cosine signals is used.

By finding the variable k using the following mathematical formula

² Process safety time: Period of time between the point at which a failure that could cause a hazard occurs, and the point by which the reaction must be complete in order to avoid this hazard.

$$k^2 = k_1^2 \times \sin^2 \alpha + k_2^2 \times \cos^2 \alpha$$

or another suitable mathematical process, it is possible to determine the common DC voltage level of both the sine and cosine signals. Comparing this with the corresponding maximum and minimum limits enables impermissible deviations to be detected quickly and precisely, regardless of the current angular position α .

The signals available can be used to determine k on the basis of the following calculation:

$$k^2 = (\text{SIN+} - \text{SIN-})^2 + (\text{COS+} - \text{COS-})^2$$

This relationship between the useful signals can be illustrated clearly using a two-dimensional model (Lissajous diagram). In this case, the useful signals form a useful signal ring.

Where the signal k is concerned, a tolerance of $\pm 50\%$ is permitted on either side of the nominal position. A deviation that is greater than this indicates a violation of the vector length limits. The evaluation system must respond to the error accordingly.

To avoid false triggering, we recommend that you do not make the limits too restrictive.

4.2.2 Loss of the encoder housing mechanical coupling or displacement of the mechanical coupling during downtime or operation

In accordance with IEC 61800-5-2, this error assumption can be ruled out if the stator coupling or the face mount flange/servo flange has been mounted correctly (see section 5).

4.2.3 Loss of the encoder shaft/drive shaft mechanical coupling during downtime or operation

In accordance with IEC 61800-5-2, this error assumption can be ruled out if the encoder has been mounted correctly on the drive shaft (see section 5).

4.2.4 Sine/cosine signal downtime due to electrical defects

This error assumption can be ruled out as sine/cosine signals are detected and processed in a purely analog manner, and the design does not provide for any memory structures for analog voltages.

4.2.5 Measuring element (code disk) damage, contamination, or dissolving

Damage to or contamination on the measuring element can lead to the following situations:

A loss of sender masking will result in the maximum signal level being reached on both channels. This can be detected in accordance with section 4.2.1.

If the code disk is not aligned correctly in relation to the optical scanner or if contamination is present, this will also result in a signal level on the sine and cosine channels, which can be diagnosed according to section 4.2.1.

In accordance with EN ISO 13849-1 and EN ISO 13849-2, errors that occur as a result of the measuring element dissolving can be ruled out due to the mechanical over-dimensioning.

4.2.6 Oscillation of one or more outputs

Oscillation at the signal outputs can be detected as follows:

If the oscillation leads to impermissible signal levels in one or both channels, then error detection as per section 4.2.1 can be used.

During downtime, and when using a suitable phase discriminator for generating counting pulses in the evaluation system, oscillation of an input signal will result in counting up and down for an increment. The error resulting from this corresponds to the angular value of one increment.

Oscillation of both signals (sine and cosine) in the phase of an individual signal while the motor is running will lead to impermissible signal levels which are detected using measures in accordance with section 4.2.1.

4.2.7 Swapping of the sine and cosine output signals

This error can be ruled out as the sine/cosine signals are detected and processed separately.

The encoder does not use any multiplexers for these signals.

4.2.8 Monitoring the encoder supply voltage output by the evaluation system

Impermissible encoder supply voltage levels are detected using the measures described in Analog sine/cosine signal faults. The lower limit for the vector length specified there is particularly useful for undervoltage monitoring.

To contain errors from common causes and enable early error detection, the supply voltage of the encoder must be monitored to ensure that it complies with the limits specified in the technical data.

4.2.9 Operating the encoder system outside the permissible temperature ranges

If it is not possible to ensure that the encoder system will be operated within the permissible temperature range, the system operator must take suitable measures to ensure that the specified temperature range is complied with.

Errors resulting from operation at impermissible temperatures are detected using the measures described in section 4.2.1.

4.3 Requirements for the mechanical shaft connection

4.3.1 Hollow shaft encoder

The drive unit must be connected to the hollow shaft encoder using a high force clamp connection or a form-fit and a high force clamp connection. Using a feather key will prevent the encoder from being twisted radially.

A feather key must be used for drive shafts with a diameter of 6 mm, 8 mm, and 3/8". This ensures that the over-dimensioning required to rule out errors caused by the loss of the shaft connection.

- ▶ To find out the requirements for mounting the feather key on the drive shaft, refer to the dimensional drawings at the end of the operating instructions on the language-neutral supplementary sheet. The material from which the customer-supplied drive shaft is made must have a tensile strength of at least 530 N/mm².

5 Mounting

This chapter describes how to prepare and mount the DFS60S Pro.

- ▶ Switch off the power of all affected machines/systems during the mounting process.
- ▶ Avoid any blows or impact to the shaft to prevent damage to the ball bearings.
- ▶ Never pull or push on the encoder.

5.1 Mounting material

You will need the following screws:

- For the stator coupling:
 - 1 × M4 cheese-head screw in accordance with ISO 4762 (or equivalent screw type with even connecting surface)
 - Washer

The property class of the screws must be at least 8.8. Select the length of the screws in accordance with the installation conditions.

5.2 Preparation for mounting

- ▶ Ensure that the mounting parts are free from lubricant and contamination.
- ▶ Look out for any damage that may be present.
- ▶ In the case of stator coupling variants, only rigid shaft connections may be used, they must not be elastic (such as bellows couplings).

5.2.1 Generally applicable notes

Connect the DFS60S Pro to the flanging supplied by the customer in a way that prevents it from rotating.

All dimensions and tolerances specified in the technical drawings and the mounting instructions must be complied with.

The more precise the centering for the DFS60S Pro, the lower the angle and shaft offset during mounting and the lower the load on the bearings of the DFS60S Pro.

All screw connections must be secured against loosening with liquid screw adhesive (LOCTITE 243, for example).

NOTE

Spring washers and toothed washers are not sufficient for securing screws.

- ▶ All mounting surfaces should have a contact surface pressure > 200 N/mm².
- ▶ For variants with a stator coupling, the entire stator coupling must lie flat on the mounting surface.
- ▶ All fixing screws should not fall below a screw-in depth of 5 threads.

For variants with a stator coupling, it may not be possible to hold the torque wrench perpendicular to the screw. An angle of inclination of up to 20° is included in the tightening torque tolerance. Loosening or securing the screw at an angle on a regular basis can cause damage to the screw (see [section 5.2.2](#)).

5.2.2 Mounting a hollow shaft encoder with a long stator coupling on one side

- ▶ If necessary, mount the feather key (1) supplied on the drive shaft (2) provided by the customer (observe [section 4.3.1](#)).
- ▶ Block the customer's drive shaft (2).
- ▶ Apply screw adhesive (observe [section 5.2.1](#)) to the thread of the clamping ring (3) or the Torx T20 screw (4) supplied.
- ▶ Insert the Torx T20 screw (4) in the clamping ring (3) and secure it loosely; do not tighten it at this stage.
- ▶ Push the encoder onto the customer drive shaft (2), aligning it with the feather key (1), so that the long stator coupling (5) is resting against the mounting surface (6).
- ▶ Mount the long stator coupling (5) using at least one M4 screw (7) and a washer (8), and apply screw adhesive (observe [section 5.2.1](#)) to the thread at the same time.
- ▶ Tighten the screw (7); tightening torque: 1.2 ± 0.1 Nm.
- ▶ Tighten the Torx T20 screw (4) on the clamping ring (3), tightening torque: 3.5 ± 0.1 Nm.

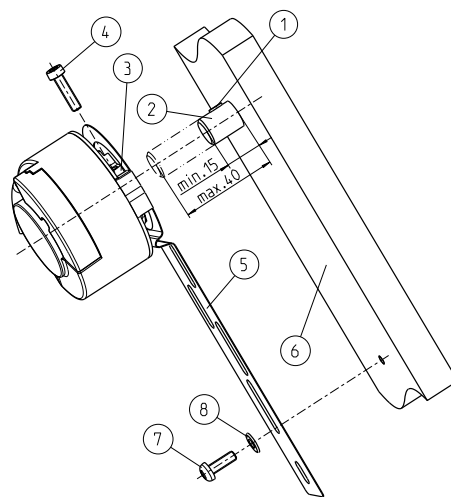


Figure 2: Mounting a blind hollow shaft encoder with a long stator coupling on one side

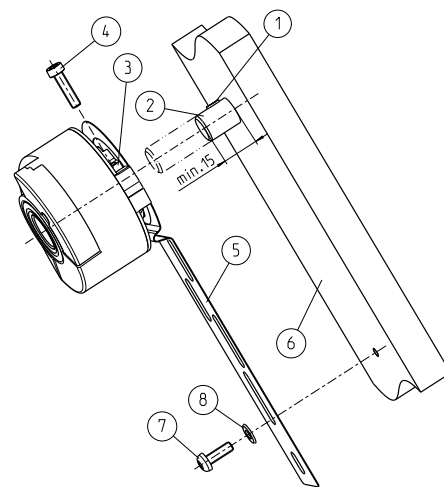


Figure 3: Mounting a through hollow shaft encoder with a long stator coupling on one side

6 Electrical installation

WARNING

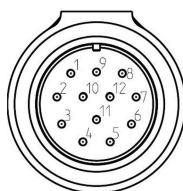
Switch off the power of all affected machines/systems/vehicles during the installation process.

- ▶ When connecting the DFS60S Pro, observe the operating instructions of the higher-level evaluation system.
- ▶ Connect the housing or screen to ground. For this purpose, connect the cable screening braid over a large area.
- ▶ Protect the stator coupling against any strain caused by the connecting cables. Observe the smallest permitted bend radius of the connecting cables (permitted bend radius for encoder with cable outlet: min. 7.5 × outer diameter of the cable).
- ▶ We recommend that you use SICK accessory cables (see corresponding data sheets).
- ▶ Provide the encoder with supply voltage generated using PELV systems (EN 50178) (pollution degree 2).
- ▶ The current for the power supply unit used for the encoder must be limited externally to max. 1 A – either by the power supply unit itself or using a fuse.
- ▶ Perform differential evaluation of the encoder signals.
- ▶ Terminate used and unused encoder signals differentially; i.e., insert a terminating resistor of ≥ 120 Ω between the signal and the complementary signal.

6.1 Connection overview

The DFS60S Pro is supplied with the following connection:

- Cable with M23 male connector
- Connection M23, 12-pin



Pin M23, 12-pin	Signal	Meaning
2	COS-	Signal wire
1	COS+	Signal wire
5	SIN-	Signal wire
4	SIN+	Signal wire
8	Z ⁻	Signal wire (not for safety-related operating modes!)
7	Z	Signal wire (not for safety-related operating modes!)
12	GND	Ground connection
11	+U _s	Supply voltage (volt-free to housing)
3, 6, 9, 10	-	Do not use
Screen	-	Connected to encoder housing

Cable information

Permissible length of cable at maximum output frequency depending on supply voltage:

Cable information

+U _s	Max. length of cable ¹⁾
4.5 ... 5.0 V	50 m - (4 x length of encoder cable)
5.0 ... 7.0 V	100 m - (4 x length of encoder cable)
7.0 ... 30 V	150 m - (4 x length of encoder cable)

¹⁾ The following wire cross-sections were used: data cable 4 x 2 x 0.25 mm² + 2 x 0.5 mm² + 1 x 0.14 mm² with shielding (for U_s, GND 2 x 0.5 mm²)

6.2 Encoder signals

The DFS60S Pro is equipped with the following signals:

- Supply voltage +U_s of the encoder: The supply voltage range measured on the encoder is between 4.5 V and 32 V.
- Ground connection GND of the encoder: Galvanically isolated from the housing. The voltage relating to GND is +U_s.
- Process data channel SIN+: SIN+ is a sine signal of 0.5 V_{pp} with a static offset of 2.5 V.
- Process data channel SIN-: SIN- is a sine signal of 0.5 V_{pp} with a static offset of 2.5 V. SIN- is complementary to the SIN+ signal.
- Process data channel COS+: COS+ is a cosine signal of 0.5 V_{pp} with a static offset of 2.5 V. The COS+ signal is phase-shifted by 90° in relation to the SIN+ signal.
- Process data channel COS-: COS- is a cosine signal of 0.5 V_{pp} with a static offset of 2.5 V. COS- is complementary to the COS+ signal.
- Zero pulse Z: Z outputs the zero position of the encoder as a differential digital signal with a width of 90° electrical (el.) and a level of 1.75 V (low) and 2.9 V (high).

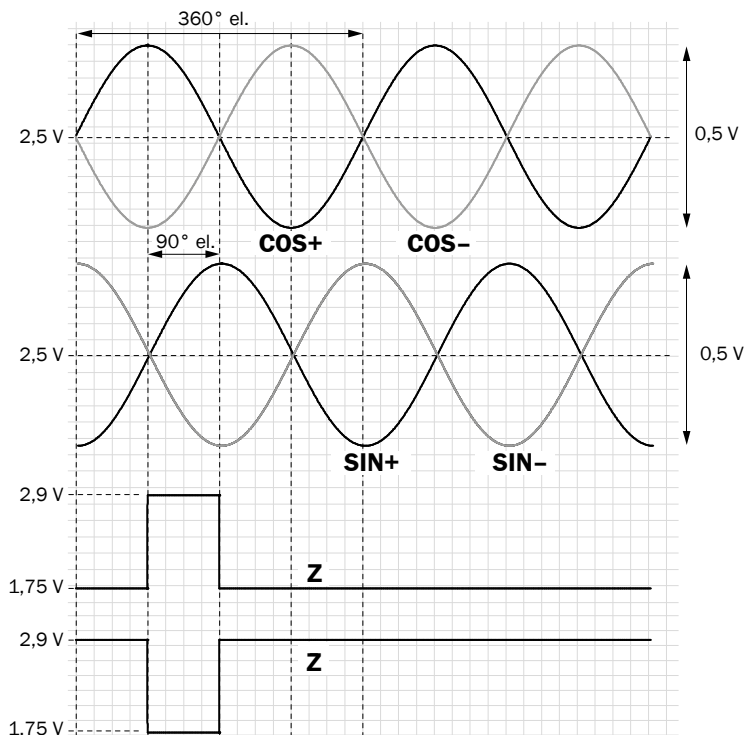


Figure 4: Encoder signals before subtraction at 120 Ω load, signal diagram during clockwise shaft rotation, as viewed in the direction of the shaft

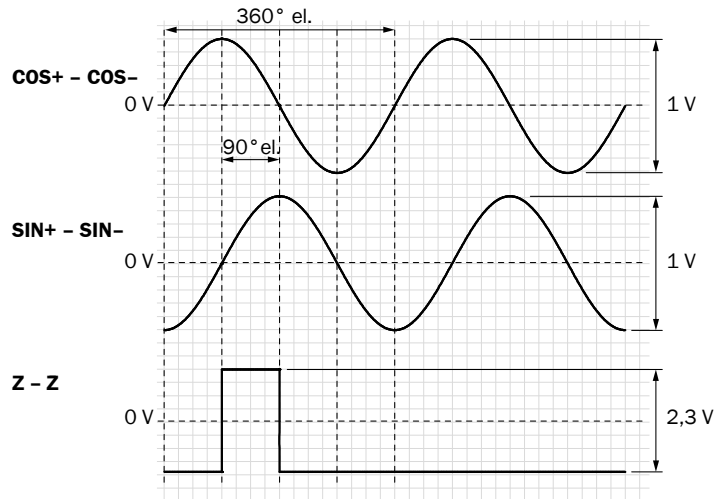


Figure 5: Encoder signals after subtraction at 120 Ω load, signal diagram during clockwise shaft rotation, as viewed in the direction of the shaft

7 Commissioning

NOTE

Do not commission without a thorough check by qualified safety personnel!

Before you commission a system or a machine into which the DFS60S Pro is integrated for the first time, the machine or system must be checked and approved by qualified safety personnel. Observe the notes provided in section 2.

- Observe the initialization time after switching on. The encoder does not output any valid signals during this time.
- Check whether all the safety functions work as planned at all the relevant speeds.
- Check whether the maximum temperature that arises during operation of the encoder at the measuring point operating temperature of the encoder (Dimensional drawings) is within the operating temperature range specified in the technical data.
- If the temperature at the measuring point operating temperature is above 70°C:
 - Attach the pictogram ⚠ "Warning! Hot surfaces" in accordance with IEC 60417-5041 in a visible location on the encoder housing.
 - Explain the meaning of the pictogram in the operating instructions of the machine into which the encoder is being integrated.

7.1 Inspection

Further inspection measures are not required during operation.

8 Servicing

- The DFS60S Pro is maintenance-free. Repairs cannot be carried out in the event of a defect. Please contact us if you have any complaints.
- Observe the mission time. The DFS60S Pro safe encoder has a maximum mission time after which it must always be taken out of service. The bearing service life must be taken into account in addition to the mission time T_M. The parameter which is first reached depending on the application determines the time when the system must be taken out of operation.
- The encoder's year of manufacture is specified on the device label or packaging label as a four-digit code (yyww). The first two digits (yy) represent the year (without the century), and the last two digits (ww) represent the calendar week of the manufacturing process.

9 Decommissioning

9.1 Protecting the environment

The safety encoder is designed to minimize its impact on the environment. It uses a minimum of energy and resources.

- Always act in an environmentally responsible manner at work. For this reason, please note the following information on disposal.

9.2 Disposal

- Always dispose of unusable or irreparable devices in accordance with the applicable waste disposal regulations specific to your country.

NOTE

We will be glad to help you dispose of these devices. Please contact us.

10 Technical data

DFS60S Pro data sheet

Performance	
Number of sine/cosine periods per revolution	1,024
Measuring increment (not safety-related)	0.3 angular seconds At 12-bit interpolation

Performance	
Integral non-linearity	Typ. ± 45 angular seconds ¹⁾
Differential non-linearity	± 7 angular seconds
Reference signal, number	1
Reference signal, position	90°, electric, logically gated with sine/cosine
Mechanical data	
Weight	
Through hollow shaft Blind hollow shaft	Approx. 0.25 kg ¹⁾
Start up torque at 20 °C	
Through hollow shaft Blind hollow shaft	≤ 0.8 Ncm
Operating torque at 20 °C	
Through hollow shaft Blind hollow shaft	≤ 0.6 Ncm
Max. angular acceleration	$\leq 5 \times 10^5$ rad/s ²
Permissible shaft movement (hollow shaft)	-
Static (radial/axial)	± 0.3 mm / ± 0.5 mm
Dynamic (radial/axial)	± 0.05 mm / ± 0.1 mm
Max. operating speed ²⁾	
Through hollow shaft Blind hollow shaft	6,000 rpm
Rotor moment of inertia	
Through hollow shaft Blind hollow shaft	56 gcm ²
Bearing service life ³⁾	3.6×10^9 revolutions ⁴⁾
Electrical data	
Electrical Interfaces	4.5 V ... 32 V, sin/cos 1.0 V _{SS} (differential)
Output frequency	≤ 153.6 kHz
Initialization time after switch-on	50 ms ⁵⁾
Load resistance	$\geq 120 \Omega$
Power consumption without load	≤ 0.7 W
Protection class in accordance with EN 61140	III
Pollution degree	2
Reverse polarity protection	Yes
Short-circuit resistance of the outputs	Yes ⁶⁾
Ambient data	
EMC	In accordance with EN 6000-6-2, EN 6000-6-3 IEC 6326-3-1
Enclosure rating in accordance with IEC 60529	Encoder: IP 65 Connector: IP66 + IP67 ⁷⁾
Permissible relative humidity ⁸⁾	90%
Operating temperature range ⁹⁾	-20 ... +85 °C
Storage temperature range (without packaging)	-20 ... +85 °C
Operating altitude	Max. 2,000 m above sea level (80 kPa)
Shock resistance in accordance with EN 60068-2-27 ¹⁰⁾	100 g/6 ms ¹¹⁾
Vibration resistance in accordance with EN 60068-26 ¹⁰⁾	30 g 10 ... 1.000 Hz
Safety-related parameters	
Safety integrity level ¹²⁾	SIL2 (IEC 61508), SIL2 (EN 62061)
Category	3 (EN ISO 13849)
Test rate	Not required
Maximum demand rate	Continuous (analog signals)
Performance level ¹²⁾	PL d (EN ISO 13849)
PFH ₀ at 95 °C operating temperature (probability of a dangerous failure per hour) ¹³⁾	1.7×10^{-8}
T _M (mission time) ³⁾	20 years (EN ISO 13849)
Safety-related measuring increment	0.09 °, quadrature analysis
Safety-related accuracy	± 0.09 °

- 1) Relates to unstressed stator coupling.
- 2) Consider self-heating of approx. 3.0 K per 1,000 min⁻¹ with regard to the permissible operating temperature range.
- 3) The mission time can also be limited by the bearing service life specific to the application.
- 4) Calculated for max. speed and temperature.

- 5) After this period valid signals can be read.
- 6) Short-circuit to another channel or GND permitted for max. 30 s. In the case of US ≤ 12 V, additional short-circuit to US permitted for max. 30 s.
- 7) Mating connector must be screwed and also meet the above requirement.
- 8) Condensation of optical surfaces not permitted.
- 9) At the measuring point operating temperature.
- 10) Checked during operation using vector length monitoring.
- 11) Number of shocks in each test axis, both positive and negative: 3.
- 12) For detailed information on the safety configuration of your machine/system, please consult your SICK subsidiary.
- 13) The stated values apply to a diagnostic degree of coverage of 99%, which must be achieved by the external drive system.

11 Accessories

Accessories part numbers

Part	Part no.
BEF-MK-SE01 cylinder head screw M4x16 (1 pc.) and feather key 2x2x6 according to DIN 6885 (1 pc.)	2073617

You can find additional accessories on www.sick.com.

The user of the product must consider what accessories are required when creating a complete machine as part of implementing the relevant safety function(s). Where necessary, it must be possible to prove that certain errors can be ruled out.

12 Appendix

12.1 Scope of delivery

- DFS60S Pro encoder in accordance with type code
- Feather key in accordance with DIN 6885-A (for hollow shaft variant)
- Torx T20 screw for clamping ring (for hollow shaft variant)
- General safety notes
- Operating instructions

12.2 Conformities and certificates

You can obtain declarations of conformity, certificates, and the current operating instructions for the product at www.sick.com. To do so, enter the product part number in the search field (part number: see the entry in the "P/N" or "Ident. no." field on the type label).

12.2.1 Compliance with EU directives

EU declaration of conformity (extract)

The undersigned, representing the manufacturer, herewith declares that the product is in conformity with the provisions of the following EU directive(s) (including all applicable amendments), and that the standards and/or technical specifications stated in the EU declaration of conformity have been used as a basis for this.

- MACHINERY DIRECTIVE 2006/42/EC
- EMC DIRECTIVE 2014/30/EU
- ROHS DIRECTIVE 2011/65/EU

12.2.2 Compliance with UK statutory instruments

UK declaration of conformity (extract)

The undersigned, representing the following manufacturer herewith declares that this declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer. The product of this declaration is in conformity with the provisions of the following relevant UK Statutory Instruments (including all applicable amendments), and the respective standards and/or technical specifications have been used as a basis.

- Electromagnetic Compatibility Regulations 2016
- Supply of Machinery (Safety) Regulations 2008
- Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012



13 Dimensional drawings

NOTICE

The dimensional drawings are available at the end of the operating instructions (on the language-neutral supplementary sheet).