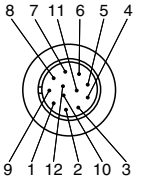


Elektrischer Anschluss/Electrical Connection

Signal	Connector 9416L, 12-pin	Explanation
GND (encoder)	1	Power supply
U _b (encoder)	2	Power supply
Clock (+)	3	Positive cycle line
Clock (-)	4	Negative cycle line
Data (+)	5	Positive transmission data
Data (-)	6	Negative transmission data
Preset	7	Zero-setting input
V/R	8	Input for selection of counting direction
A / Cos	9	Cosinus signal
Ā / Cos	10	Inverted cosinus signal
B / Sin	11	Sinus signal
B̄ / Sin	12	Inverted sinus signal



Technische Daten

Allgemeine Daten

Erfassungsart	optische Abtastung
Gerätetyp	Singleturn-Absolutwert-Drehgeber mit Inkrementalausgang (Sin/Cos)

Kenndaten funktionale Sicherheit

Sicherheits-Integritätslevel (SIL)	SIL 2
Performance Level (PL)	PL d
MTTF _d	1000 a
Gebrauchsdauer (T _M)	20 a
PFH _d	4,6 E-10
L ₁₀	70 E+9 bei 1,5 min ⁻¹
Diagnosedeckungsgrad (DC)	99,7 %

Elektrische Daten

Betriebsspannung	U _B	24 V DC ± 25 %
Leerlaufstrom	I ₀	max. 100 mA
Bereitschaftsverzug	t _v	< 250 ms
Ausgabe-Code		Gray-Code
Codeverlauf (Zählrichtung)		cw steigend (bei Drehung im Uhrzeigersinn Codeverlauf steigend)

Schnittstelle

Schnittstellentyp	SSI + Inkrementalspur (Sin/Cos)
Monoflopzeit	≤ 15 μs
Auflösung	
Singleturn	13 Bit
Gesamtauflösung	13 Bit
Übertragungsrate	max. 500 kBit/s
Normenkonformität	RS 422

Eingang 1

Eingangstyp	Zählrichtungsauswahl (V/R)
Signalspannung	
High	4,5 ... 24 V
Low	0 ... 2 V
Eingangsstrom	< 6 mA
Einschaltverzug	< 20 ms

Eingang 2

Eingangstyp	Nullsetzung (PRESET 1)
Signalspannung	
High	4,5 ... 24 V
Low	0 ... 2 V
Eingangsstrom	< 6 mA
Signaldauer	≥ 10 ms
Einschaltverzug	< 20 ms

Ausgang

Ausgangstyp	Sinus/Cosinus
Impulse	2048
Amplitude	1 V _{ss} ± 10 %
Laststrom	pro Kanal max. 10 mA, bedingt kurzschlussfest (nicht gegen U _b), verpolsicher
Ausgangsfrequenz	max. 200 kHz (3 dB Grenze)

Anschluss

Gerätestecker	Typ 9416L (M23), 12-polig
---------------	---------------------------

Normenkonformität

Schutzart	DIN EN 60529, IP65
Klimaprüfung	DIN EN 60068-2-3, keine Betauung
Salznebelprüfung	DIN EN 60068-2-52, 672 h
Störaussendung	DIN EN 61000-6-4
Störfestigkeit	DIN EN 61000-6-2
Schockfestigkeit	DIN EN 60068-2-27, 100 g, 6 ms
Schwingungsfestigkeit	DIN EN 60068-2-6, 10 g, 10 ... 2000 Hz
Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61508:2010 EN 62061/A2:2015 EN 61326-3-1:2008 EN 61800-5-2:2016 Geeignet bis SIL 2, PL d, Beipackzettel beachten.

Umgebungsbedingungen

Arbeitstemperatur	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)
Lagertemperatur	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)

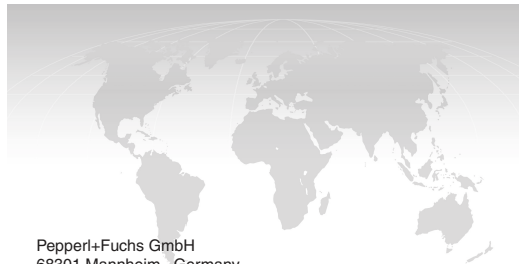
Mechanische Daten

Material	
Gehäuse	Aluminium 3.2315
Flansch	Aluminium 3.2315
Welle	Edelstahl 1.4404 / AISI 316L (V4A)
Masse	ca. 220 g
Drehzahl	max. 10 min ⁻¹
Trägheitsmoment	≤ 80 gcm ²
Anlaufdrehmoment	< 10 Ncm
Wellenbelastung	
Radialversatz	max. 0,04 mm

Zulassungen und Zertifikate

EAC-Konformität	TR CU 020/2011
TÜV-Zulassung	Zert. Nr. Z10 17 03 68273 002

Adressen/Addresses



Pepperl+Fuchs GmbH
68301 Mannheim · Germany
Tel. +49 621 776-4411
Fax +49 621 776-27-4411
E-mail: fa-info@de.pepperl-fuchs.com

Worldwide Headquarters
Pepperl+Fuchs GmbH · Mannheim · Germany
E-mail: fa-info@de.pepperl-fuchs.com

USA Headquarters
Pepperl+Fuchs Inc. · Twinsburg · USA
E-mail: fa-info@us.pepperl-fuchs.com

Asia Pacific Headquarters
Pepperl+Fuchs Pte Ltd · Singapore
E-mail: fa-info@sg.pepperl-fuchs.com
Company Registration No. 199003130E

www.pepperl-fuchs.com

Singleturn-Sin/Cos-Drehgeber Singleturn sin/cos rotary encoder

ENA58PL-H12DS5-0013SS2-RAA



Doc. No.: 45-5094B
DIN A3 -> DIN

Part. No.: 291655
Date: 2019-01

PEPPERL+FUCHS
SENSING YOUR NEEDS

Technical Data

General specifications

Detection type	photoelectric sampling
Device type	Singleturn absolute rotary encoder with incremental output (sin/cos)

Functional safety related parameters

Safety Integrity Level (SIL)	SIL 2
Performance level (PL)	PL d
MTTF _d	1000 a
Mission Time (T _M)	20 a
PFH _d	4,6 E-10
L ₁₀	70 E+9 at 1.5 rpm
Diagnostic Coverage (DC)	99,7 %

Electrical specifications

Operating voltage	U _B	24 V DC ± 25 %
No-load supply current	I ₀	max. 100 mA
Time delay before availability	t _v	< 250 ms
Output code		Gray code
Code course (counting direction)		cw ascending (clockwise rotation, code course ascending)

Interface

Interface type	SSI + incremental track (sin/cos)
Monoflop time	≤ 15 μs
Resolution	
Single turn	13 Bit
Overall resolution	13 Bit
Transfer rate	max. 500 kBit/s
Standard conformity	RS 422

Input 1

Input type	Selection of counting direction (cw/ccw)
Signal voltage	
High	4,5 ... 24 V
Low	0 ... 2 V
Input current	< 6 mA
Switch-on delay	< 20 ms

Input 2

Input type	zero-set (PRESET 1)
Signal voltage	
High	4,5 ... 24 V
Low	0 ... 2 V
Input current	< 6 mA
Signal duration	≥ 10 ms
Switch-on delay	< 20 ms

Output

Output type	sine / cosine
Pulses	2048
Amplitude	1 V _{ss} ± 10 %
Load current	max. per channel 10 mA, conditionally short-circuit proof (not with U _b), reverse polarity protected
Output frequency	max. 200 kHz (3 dB limit)

Connection

Connector	type 9416L (M23), 12-pin
-----------	--------------------------

Standard conformity

Degree of protection	DIN EN 60529, IP65
Climatic testing	DIN EN 60068-2-3, no moisture condensation
Salt spray test	DIN EN 60068-2-52, 672 h
Emitted interference	DIN EN 61000-6-4
Noise immunity	DIN EN 61000-6-2
Shock resistance	DIN EN 60068-2-27, 100 g, 6 ms
Vibration resistance	DIN EN 60068-2-6, 10 g, 10 ... 2000 Hz
Functional safety	IEC/EN 61508:2010 EN 62061/A2:2015 EN 61326-3-1:2008 EN 61800-5-2:2016 Suitable up to SIL 2, PL d, see leaflet.

Ambient conditions

Operating temperature	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)
Storage temperature	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)

Mechanical specifications

Material	
Housing	3.2315 aluminum
Flange	3.2315 aluminum
Shaft	stainless steel 1.4404 / AISI 316L
Mass	approx. 220 g
Rotational speed	max. 10 min ⁻¹
Moment of inertia	≤ 80 gcm ²
Starting torque	< 10 Ncm
Shaft load	
Radial offset	max. 0,04 mm

Approvals and certificates

EAC conformity	TR CU 020/2011
TÜV approval	Cert. no. Z10 17 03 68273 002

Beschreibung

Der Drehimpulsgeber der Baureihe ENA58PL ist ein elektrisches Betriebsmittel und dient der Umwandlung einer Drehbewegung in elektrische Signale

Funktionale Sicherheit

Der Drehgeber verfügt über eine Sicherheitsfunktion, die über einen Inkremental- und einen Absolutausgang die korrekte Winkelstellung der Welle liefert. Die Genauigkeit der Inkremental-Sicherheitsfunktion beträgt 12 Bit bei einer Signalverzögerung von 1ms während die Genauigkeit der Absolut-Sicherheitsfunktion 11 Bit bei einer Signalverzögerung von 100 ms beträgt. Nach einer Einschaltverzögerung von maximal 250 ms ist die Sicherheitsfunktion verfügbar.

Um die korrekte Sicherheitsfunktion zu gewährleisten wurden Diagnosemöglichkeiten implementiert. Ein Ausfall der Sicherheitsfunktion ist durch folgende im Betrieb zu überwachende Effekte gekennzeichnet:

- $\sin^2 + \cos^2 \neq 1$ mit einer Detektionsschwelle 0,5 ... 1,5
- keine SSI-Kommunikation z. B. konstanter Pegel von SSI-Data und/oder $\overline{\text{SSI-Data}}$ (stuck at-Verhalten)
- Absolutwert nicht plausibel gegenüber dem Inkrementalwert hinsichtlich: Drehrichtung, Drehgeschwindigkeit, Nullpunktlage.

Zuverlässigkeitsdaten

Der Drehgeber ist vorgesehen, um Anstellwinkel eines Rotorblattes in Windkraftanlagen mit hoher Anforderungsrate zu bestimmen. Bei einem Ausfall des Gerätes ist die Sicherheitsfunktion außer Betrieb. Der Anwender hat in solchen Fällen für geeignete Maßnahmen zu sorgen.

- SIL2 /PI d
- Gerät Typ B
- Gesamtfehlerrate 171 FIT
- Anteil der sicheren Ausfälle (SFF): > 99 %
- Diagnosedeckungsgrad (DC): > 99 %
- MTBF: 464a
- MTTF_d: > 1000a
- PFH: $4,60 \times 10^{-10}$ 1/h

Die angegebenen Werte wurden ermittelt basierend auf den Normen SN29500, sowie IEC62061 und gelten für eine Einsatzdauer von bis zu 20 Jahren bei einer maximalen Betriebshöhe von 3200 m. Das Gerät unterliegt mechanischem Verschleiß. Mechanische Betrachtungen waren nicht Bestandteil der Zertifizierung durch den TÜV SÜD.

Die nominelle Lebensdauer des Gerätes ergibt sich zu $L_{10} = 70 \times 10^9$ Umdrehungen bei einer Drehzahl von $1,5 \text{ min}^{-1}$.

Die Ausfallraten anderer Geräte im Sicherheitskreis sind ebenfalls in die Berechnung einzubeziehen.

Erforderliche Diagnosefähigkeit in der Auswerteeinheit des Anwenders:

- $\sin^2 + \cos^2 = 1$ Überwachung
- Plausibilitätsprüfung Inkremental- versus Absolutwert
 - zyklische Abfrage Absolutwert & Inkrementalwert (die Abtastrate ist so zu wählen, dass im Falle einer erkannten Fehlfunktion ausreichend Zeit zur Reaktion vor dem Eintreten eines gefährlichen Zustandes bleibt)
 - Drehrichtung
 - Drehgeschwindigkeit
 - Nullpunktlage

Inbetriebnahme, Installation, besondere Bedingungen

Das Gerät darf nicht geöffnet werden. Die Datenblätter des Herstellers sowie die für die Verwendung bzw. den geplanten Einsatzzweck zutreffenden Gesetze bzw. Richtlinien sind zu beachten.

Die mechanischen und elektrischen Kennwerte (z. B. Umgebungstemperatur, Drehzahl, mechanische Belastung, max. Versorgungsspannung usw.) des erworbenen Betriebsmittels dürfen in keinem Fall die zulässigen Herstellerangaben überschreiten.

Die Bemessungsspannung des Betriebsmittels beträgt 24 Volt und darf um maximal 25% überschritten werden. Um die technische Funktion des Betriebsmittels dauerhaft zu gewährleisten sollte die Bemessungsspannung nur kurzzeitig überschritten werden. Länger anhaltende Störungen die das Überschreiten der Bemessungsspannung hervorrufen, müssen durch den Betreiber durch geeignete Maßnahmen unterbunden werden. Die Versorgungsspannung darf auch im Fehlerfall 60 Volt nicht überschreiten und muss über eine Sicherung auf 1 Ampere begrenzt werden.

Der Betreiber hat für eine schlupffreie Anbindung des Betriebsmittels an den Antrieb zu sorgen. Dazu sind die Schrauben des Klemmrings zur Klemmung der Drehgeberwelle auf der Antriebswelle mit einem Drehmoment von 2,5 Nm anzuziehen und mit einem geeigneten Schraubensicherungslack gegen Lösen zu sichern. Ebenso sind die Schrauben zur Befestigung der Drehmomentstütze mit einem Drehmoment von 2,2 Nm anzuziehen und mit einem Schraubensicherungslack zu sichern.

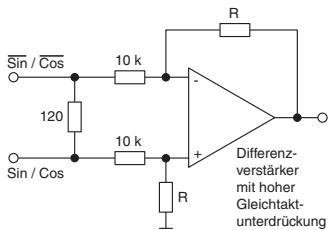
Das Betriebsmittel muss gegen unzulässige Erwärmung infolge mechanischer oder elektrischer Überlastung geschützt werden und ist vor starken elektromagnetischen Feldern zu schützen. Der Sensor darf mechanisch nicht beschädigt werden. Anschlussleitungen des Drehgebers sind vor Zug und Drehbeanspruchung zu schützen.

Unzulässige elektrostatische Aufladungen der Metallgehäuseteile sind zu vermeiden. Gefährliche elektrostatische Aufladungen der Metallgehäuseteile können durch Erdung oder Einbeziehung in den Potentialausgleich vermieden werden, wobei sehr kleine Metallgehäuseteile (z. B. Schrauben) nicht zu berücksichtigen sind.

Instandhaltung, Wartung

An Drehimpulsgebern der Baureihe ENA58PL ist keinerlei Wartungsarbeit erforderlich. Eine regelmäßige Justage oder ähnliches entfällt. Es dürfen keine Veränderungen vorgenommen werden. Reparaturen sind nur vom Hersteller zulässig.

Empfohlene Empfängerschaltung für Sinus-Cosinus Signale

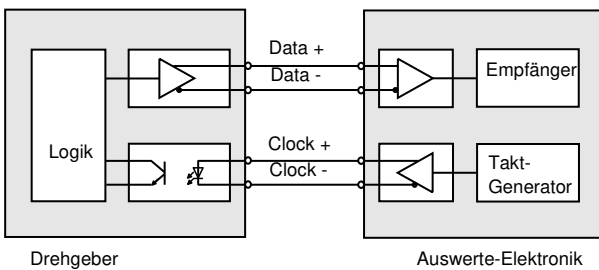


Bei der Beschaltung der Ausgänge ist darauf zu achten, dass der Laststrom 10mA nicht übersteigt. Die Ausgänge des Drehimpulsgebers sind kurzschlussfest.

SSI-Ausgabeformat Standard

- Im Ruhezustand liegen die Signalleitungen „Data +“ und „Clock +“ auf High-Pegel (5 V).
- Mit dem ersten Wechsel des Taktsignals von High auf Low, wird die Datenübertragung eingeleitet, in dem die aktuelle Information (Positionsdaten (D_n) und Sonderbit (S)) im Geber gespeichert wird.
- Mit der ersten steigenden Taktkante wird das höchstwertigste Bit (MSB) an den seriellen Datenausgang des Gebers gelegt.
- Mit jeder weiteren steigenden Taktkante, wird das nächst niederwertige Bit übertragen.
- Nach Übertragung des niederwertigsten Bits (LSB) schaltet die Datenleitung auf Low, bis die Monoflopzeit T_m abgelaufen ist.
- Eine weitere Datenübertragung kann erst gestartet werden, wenn die Datenleitung wieder auf High schaltet bzw. die Zeit der Taktpause T_p abgelaufen ist.
- Nach beendeter Taktfolge wird mit der letzten fallenden Taktkante die Monoflopzeit T_m getriggert.
- Die Monoflopzeit T_m bestimmt die unterste Übertragungsfrequenz.

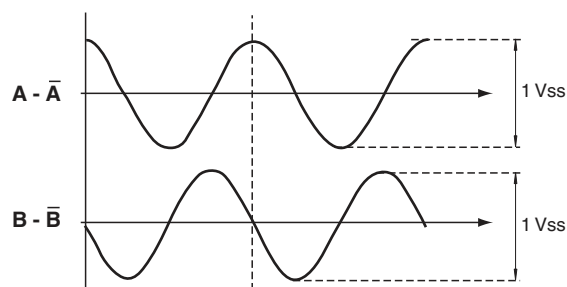
Blockschaltbild



Leitungslänge

Leitungslänge in m	Baudrate in kHz
< 50	< 400

Signalausgänge



gemessen im Differenzbetrieb

$$0,5 \leq \sin^2 + \cos^2 \leq 1,5$$

$$\text{THD} < 10 \% (0 \dots 200 \text{ kHz})$$

cw - mit Blick auf den Flansch

Description

The rotary encoder ENA58PL is an electrical apparatus that converts rotation into electrical signals.

Functional safety

The rotary encoder has a safety function that correctly angles the shaft via an incremental and absolute output. The precision of the incremental safety function is 12 bits in the case of a signal delay of 1 ms, while the accuracy of 11-bit absolute safety function is 100 ms in the case of a signal delay. The safety function is available after an on delay of a maximum of 250 ms.

Diagnostic options were implemented to ensure the correct safety function. Failure of the safety function is indicated by the following effects to be monitored during operation:

- $\sin^2 + \cos^2 \neq 1$ with a detection threshold of 0.5 ... 1.5
- No SSI communication such as a constant level of SSI data and/or $\overline{\text{SSI data}}$ (stuck at behavior).
- Absolute value not plausible relative to the incremental value with regard to the direction of rotation, rotational speed, zero point position.

Reliability data

The rotary encoder is intended to determine the blade angle of a rotor blade in wind turbines with a high demand rate. In the event of device failure, the safety function is out of operation. In such cases, the user shall ensure the appropriate measures are taken.

- SIL2/PI d
- Device type B
- Overall error rate 171 FIT
- Safe failure fraction (SFF): > 99%
- Diagnostic coverage (DC): > 99%
- MTBF: 464a
- MTTF_d: > 1000a
- PFH: $4,60 \times 10^{-10}$ 1/h

The specified values were determined based on the standards SN29500 and IEC62061 and apply for an operating time of up to 20 years at a maximum operating altitude of 3200 m. The device is subject to mechanical wear and tear. Mechanical considerations were not part of the TÜV SÜD certification. The nominal service life of the device is set to $L_{10} = 70 \times 10^9$ revolutions at a rotational speed of 1.5 rpm.

The failure rates of other devices in the safety loop are also included in the calculation.

Required diagnostic capabilities in the user's control interface:

- $\sin^2 + \cos^2 = 1$ monitoring
- Plausibility check of incremental versus absolute value
 - cyclic querying of absolute value & incremental value (the sampling rate has to be selected in such a way, that in case of a detected malfunction there is sufficient time for reaction prior to entering a dangerous condition)
 - Direction of rotation
 - Rotational speed
 - Zero point position

Commissioning, installation, special conditions

The device must not be opened. The manufacturer data sheets and all laws and guidelines applicable for the use or the intended purpose must be observed.

The mechanical and electrical values (e.g., ambient temperature, rotational speed, mechanical load, max. supply voltage, etc.) of the acquired apparatus must not exceed the permitted values set out by the manufacturer.

The rated voltage of the apparatus is 24 volts and may be exceeded by a maximum of 25%. The rated voltage should only briefly be exceeded in order to ensure the lasting technical operation of the apparatus. Longer-lasting interferences that cause the rated voltage to be exceeded must be suppressed through appropriate measures on the part of the operator. In case of a fault, the supply voltage must also not exceed 60 volts and must be limited to 1 amp by a fuse.

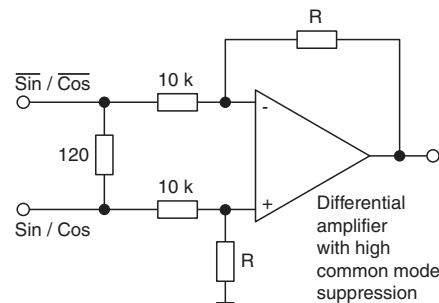
The owner must ensure a slip-free connection of the apparatus to the drive. In addition, the bolts of the clamping ring for clamping the rotary encoder shaft on the drive shaft are to be tightened with a torque of 2.5 Nm, with a suitable thread-locking fluid for protection against loosening. Likewise, the screws for mounting the torque rest are to be tightened with a torque of 2.2 Nm and secured with a thread-locking fluid.

The apparatus must be protected from excessive heat due to mechanical or electrical overloads and also from strong electromagnetic fields. The sensor must not be mechanically damaged. The rotary encoder connection lines must be protected against tensile loads and torsional stress. Impermissible electrostatic charging of the metal housing parts must be avoided. Hazardous electrostatic charging of metal housing parts can be prevented by grounding or integration into equipotential bonding, whereby very small metal-housing parts (e.g., screws) need not be considered.

Repair and maintenance

No maintenance work is required on ENA58PL rotary encoders. Regular adjustment or similar is not required. No changes are permitted to be made. Only the manufacturer may perform repair work.

Recommended receiver circuit for sine/cosine signals

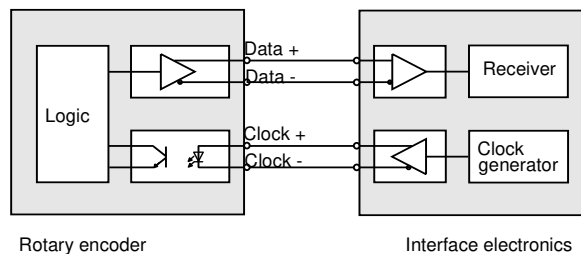


It is important to ensure that the load current does not exceed 10 mA at the output connection. The rotary encoder outputs are short-circuit proof.

SSI output format Standard

- At idle status signal lines "Data +" and "Clock +" are at high level (5 V).
- The first time the clock signal switches from high to low, the data transfer in which the current information (position data (D_n) and special bit (S)) is stored in the encoder is introduced.
- The highest order bit (MSB) is applied to the serial data output of the encoder with the first rising pulse edge.
- The next successive lower order bit is transferred with each following rising pulse edge.
- After the lowest order bit (LSB) has been transferred the data line switches to low until the monoflop time T_m has expired.
- No subsequent data transfer can be started until the data line switches to high again or the time for the clock pause T_p has expired.
- After the clock sequence is complete, the monoflop time T_m is triggered with the last falling pulse edge.
- The monoflop time T_m determines the lowest transmission frequency.

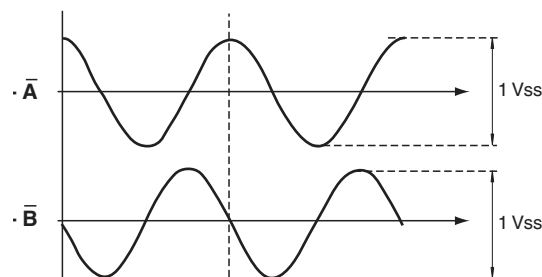
Block diagram



Line length

Line length in m	Baudrate in kHz
< 50	< 400

Signal outputs



cw - flange view

mesuré en mode différence

$$0,5 \leq \sin^2 + \cos^2 \leq 1,5$$

$$\text{THD} < 10 \% (0 \dots 200 \text{ kHz})$$