

ENX MAG

Produkt-Information

INHALTSVERZEICHNIS

1	TECHNISCHE DATEN	4
1.1	Absolute Grenzdaten	4
1.2	Allgemeine Werte	4
1.3	Inkrementelle Schnittstelle	4
1.4	Kommutierungs-Schnittstelle	4
1.5	Winkelmessung	5
1.6	Mechanische Daten	6
1.6.1	Massbilder	6
1.7	Winkelausrichtung	7
2	DEFINITIONEN	8
3	TYPISCHE MESSERGEBNISSE	10
3.1	Winkelfehler pro Umdrehung	10
3.2	Temperatur-Abhängigkeit	11
3.3	Oszilloskop-Kurven	12
4	ANSCHLUSSBELEGUNG	13
5	AUSGANGSBESCHALTUNG	14
6	ZUBEHÖR	15

ENX MAG Encoder – Produkt-Information



Abbildung 1 ENX 4 MAG / ENX 6 MAG / ENX 8 MAG / ENX 10 MAG INT (oben nach unten)

Die äusserst kompakten maxon MAG Encoder nutzen ein interpoliertes Winkelmesssystem mittels Hall-Sensoren um inkrementale Rechtecksignale zu generieren. Sie verfügen über drei Kanäle (A, B, I) und stehen mit bis zu 256 Impulsen pro Umdrehung zur Verfügung. Für die Verwendung mit EC-Motoren (BLDC, DC bürstenlos) werden zudem die Kommutierungssignale generiert.

Mit ihrer reduzierten Versorgungsspannung von 3.3 V und dem geringen Leistungsbedarf sind die Encoder hervorragend für mobile und batteriebetriebene Anwendungen geeignet.



Hinweis

Die aufgeführten Daten sind rein für Informationszwecke bestimmt. Keine der angegebenen Werte oder Angaben können als Indikator einer garantierten Leistung herangezogen werden.

1 TECHNISCHE DATEN

1.1 Absolute Grenzdaten

Parameter	Bedingungen	Min	Max	Einheit
Versorgungsspannung (V_{cc})	ENX 4...8 MAG	-0.5	+4.6	V
	ENX 10 MAG	-0.5	+6	V
Spannung am Signalausgang (V_{signal})		-0.5	+4.6	V
Betriebstemperatur (T_{amb})		-40	+125	°C
Lagertemperatur (T_{store})		-40	+125	°C
Luftfeuchtigkeit (nicht kondensierend)	ENX 4...8 MAG	20	80	%rH
	ENX 10 MAG	20	100	

1.2 Allgemeine Werte

Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
Versorgungsspannung (V_{cc})	ENX 4...8 MAG	+3	3.3	+3.6	V
	ENX 10 MAG	+3.3	5	+6	V
Versorgungsstrom (I_{dd})	$V_{cc} = 3.3$ V, Ausgänge unbelastet		13		mA
Einschaltdauer				2.5	ms

1.3 Inkrementelle Schnittstelle

Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
Anzahl Kanäle	ChA, ChB, ChI	3			-
Impulse pro Umdrehung (N)	1...256, werkseitig konfigurierbar	1		256	cpt
Pulsfrequenz (f_{pulse})	Maximale Ausgangs-Pulsfrequenz		500		kHz
Signalausgangsstrom (I_{signal})		-4		+4	mA
Signalspannung hoch (V_{high}) $I_{signal} < 4$ mA, relativ zu V_{cc}	ENX 4...8 MAG	$V_{cc} - 0.5$ V			V
	ENX 10 MAG	3.1	3.3	3.5	V
Signalspannung tief (V_{low})	$I_{signal} < 4$ mA			0.5	V
Flankensteilheit (t_{trans})	Anstiegszeit/Abfallzeit ChA/B/I ohne Last		15		ns

1.4 Kommutierungs-Schnittstelle

Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
Anzahl Kanäle	H1, H2, H3	3			-
Pulsfrequenz (f_{pulse})	Maximale Ausgangs-Pulsfrequenz		20		kHz
Signalausgangsstrom (I_{signal})		-4		+4	mA
Signalspannung hoch (V_{high}) $I_{signal} < 4$ mA, relativ zu V_{cc}	ENX 4...8 MAG	$V_{cc} - 0.5$ V			V
	ENX 10 MAG	3.1	3.3	3.5	V
Signalspannung tief (V_{low})	$I_{signal} < 4$ mA			0.5	V
Flankensteilheit (t_{trans})	Anstiegszeit/Abfallzeit ChA/B/I ohne Last		15		ns

1.5 Winkelmessung

Bedingungen

Alle Werte bei $T = 25^{\circ}\text{C}$, $n = 10000 \text{ min}^{-1}$, $V_{CC} = 3.3 \text{ V}$, wenn nicht anders angegeben.

Definitionen

Siehe →Seite 8.

Parameter	Bedingungen	Min	Typ	Max	Einheit
Zählrichtung der Inkremental-signale (Dir)	Bewegung der Motorwelle für Signalphasenlage "A vor B", vom Wellenende gesehen		CW		
Zählrichtung der Kommutierungsssignale (Dir)	Bewegung der Motorwelle für Signalphasenlage "H1 vor H2 vor H3", vom Wellenende gesehen		CW		
Zustandslänge (L_{state}) und Indexpulslänge (L_{index} mit ChA/B synchronisiert), Inkrementalsignale	N=256 cpt	80	90	100	$^{\circ}\text{e}$
Minimale Zustandsdauer (t_{state})			62.5		ns
Integrale Nichtlinearität (INL), Inkrementalsignale	Alle Impulszahlen		2	5	$^{\circ}\text{m}$
Integrale Nichtlinearität (INL), Kommutierungsssignale			2		$^{\circ}\text{m}$
Differenzielle Nichtlinearität (DNL)	N=64 cpt		0.01	0.03	LSB
	N=128 cpt		0.03	0.05	
	N=256 cpt		0.05	0.1	
Wiederholgenauigkeit (Jitter), Inkrementalsignale	N=64 cpt		0.2	0.25	LSB
	N=128 cpt		0.5	0.75	
	N=256 cpt		1	1.5	
Wiederholgenauigkeit (Jitter)	Alle Impulszahlen			0.5	$^{\circ}\text{m}$
Phasenverzögerung A zu B (Phase θ), Inkrementalsignale	Alle Impulszahlen	80	90	100	$^{\circ}\text{e}$
Winkel-Hysteresis (Hyst)			0.7		$^{\circ}\text{m}$
Verzögerungszeit des digitalen Signalpfades	Typische Latenz der digitalen Signalverarbeitung		8		μs
Maximaler Kommutierungswinkelfehler (maxCAE)			4		$^{\circ}\text{e}$



Voraussetzungen für den störungsfreien Betrieb

- Der Encoder muss vor dem Drehen des Motors mit Spannung versorgt sein. Berücksichtigen Sie dabei eine Power-up time von max. 2.5 ms.
- Aufgrund der physikalischen Beeinflussung von Rotormagneten und Steuermagneten kann es in Kombination mit kleinen Motoren zu Drehmomentschwankungen kommen. Diese wirken sich bei kleineren Drehzahlen ($<5000 \text{ min}^{-1}$) im unregelmäßigen Betrieb auf den Messwert der INL aus.
- Der Encoder reagiert bereits auf kleine und mittlere magnetische Störfelder (Amplitude $>1.5 \text{ mT}$). Für bestmögliche Leistung ist die Abwesenheit von Magnetfeldern in unmittelbarer Umgebung des Encoders erforderlich.
- Spannungsrippel (V_{pp}) auf der Versorgungsspannung (V_{CC}) mit einer Amplitude $\geq 0.15 \text{ V}$ wirken sich auf die Wiederholgenauigkeit des Encoders aus.

1.6 Mechanische Daten

Parameter	Bedingungen	Wert	Einheit
Abmessungen (D x L), ohne Flansch (→ Kapitel "1.6.1 Massbilder" auf Seite de-6) [a]	ENX 4 MAG	Ø4.0 x 6.25	mm
	ENX 6 MAG	Ø6.0 x 6.1	
	ENX 8 MAG	Ø8.0 x 5.8	
	ENX 10 MAG INT	Ø10.0 x 4.25	
Trägheitsmoment (Jt)		0.0015	g cm ²
Standard-Kabellänge (Lc)	ENX 4 MAG	50	mm
	ENX 6 MAG	80	
	ENX 8 MAG	80	
	ENX 10 MAG INT	83	

[a] Angegeben wird die effektive Länge des Encodergehäuses. Je nach Motor an dem der Encoder angebaut wird, kann die Mehrlänge des Encoder etwas länger (zusätzliche Zwischenplatte) oder kann auch kürzer ausfallen. Nur eine kurze oder gar keine Mehrlänge ergibt sich beim Anbau der MAG Encoder an die ECX Motoren, wobei die Encoderleiterplatte teilweise oder vollständig in den Motor integriert wird.

Tabelle 1 Technische Daten

1.6.1 Massbilder

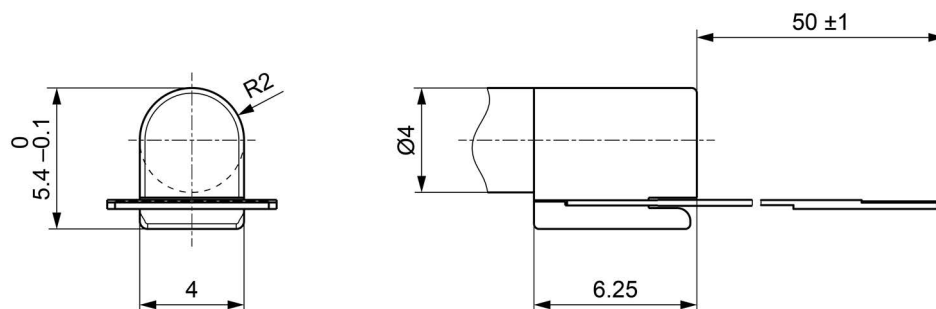


Abbildung 2 Massbild [mm] – ENX 4 MAG

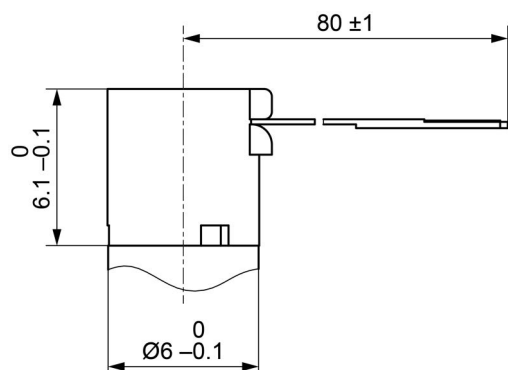


Abbildung 3 Massbild [mm] – ENX 6 MAG

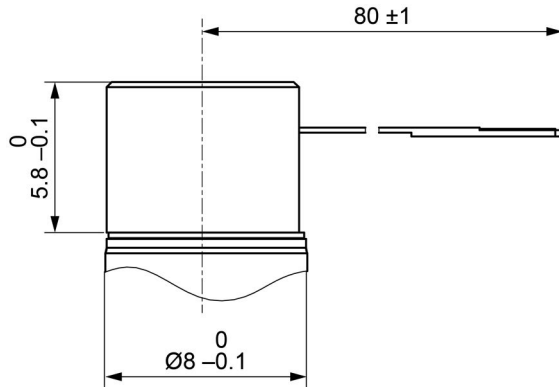


Abbildung 4 Massbild [mm] – ENX 8 MAG

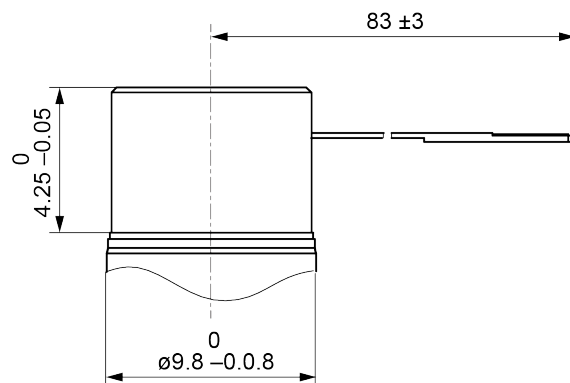


Abbildung 5 Massbild [mm] – ENX 10 MAG INT

1.7 Winkelausrichtung

Der Index des Inkrementalencoders und die steigende Flanke des Kommutierungssignals H1 sind werkseitig auf den Kommutierungswinkel "Null" des verwendeten EC (BLCD) Motors programmiert (→Abbildung 6 und Abbildung 8).

An einen Motor mit mehreren Polpaaren (n) angebaut zeigt der Inkrementalencoder den Index einmal pro mechanischer Umdrehung. Aufgrund der mehrfachen Polpaare zeigt der Motor diesen Kommutierungswinkel n mal pro mechanischer Umdrehung.

Signalverlauf der Hall-Sensoren

Leitphasen	I	II	III	IV	V	VI	
Rotorposition	0	60	120	180	240	300	360°el
Hall-Sensor 1	1	0	1	0	1	0	1
Hall-Sensor 2	1	0	0	1	1	0	0
Hall-Sensor 3	1	0	1	0	0	1	1

Angelegte Motorspannung (Phase-Phase)

U ₁₋₂	+	1	0	0	1	0	0	0
U ₂₋₃	+	0	1	1	0	0	1	0
U ₃₋₁	+	0	0	1	0	1	0	1

Abbildung 6 Blockkommutierung eines EC (BLDC) Motors – Definition der Phasen

2 DEFINITIONEN

Messwert	Definition	Illustration
Winkelfehler [°m]	Differenz zwischen gemessener und echter Winkelposition des Rotors bei jeder Position.	
Mittlerer Winkelfehler [°m]	Mittelwert des Winkelfehlers an jeder Position, über eine bestimmte Anzahl Umdrehungen.	
Integrale Nichtlinearität (INL) [°m]	Spitze-Spitze-Wert des mittleren Winkelfehlers.	
Jitter (Wiederholgenauigkeit) [°m] oder [LSB]	Sechs Standard-Abweichungen des Winkelfehlers pro Umdrehung (an jeder Position, über eine bestimmte Anzahl Umdrehungen). Jitter [°m] ist typischerweise unabhängig von der Auflösung und gibt die maximal verwendbare Wiederholgenauigkeit für Positionierungsaufgaben an. Jitter [LSB] ist auflösungsabhängig. Bei definiertem Jitter [°m] ist der Wert ungefähr proportional zur Auflösung.	
Bit mit dem niedrigsten Stellenwert (LSB)	Minimale messbare Differenz zwischen zwei Winkelwerten bei gegebener Auflösung (= Quadcount, = Zustand).	
Zustandsfehler [LSB]	Differenz zwischen tatsächlicher Zustandslänge und durchschnittlicher Zustandslänge.	
Mittlerer Zustandsfehler [LSB]	Mittelwert des Zustandsfehlers über eine Anzahl Umdrehungen für jeden Zustand der Umdrehung.	
Differentielle Nichtlinearität [DNL]	Maximaler positiver oder negativer mittlerer Zustandsfehler.	
Minimale Zustandslänge [°e]	Minimal gemessene Zustandslänge innerhalb einer Anzahl Umdrehungen bezogen auf die Pulslänge.	
Maximale Zustandslänge [°e]	Maximal gemessene Zustandslänge innerhalb einer Anzahl Umdrehungen bezogen auf die Pulslänge.	
Minimale Zustandsdauer [ns]	Durch Chip begrenzter minimaler Abstand zwischen zwei A/B-Flanken.	

Messwert	Definition	Illustration
Phasenverzögerung θ [°e]	Zeitdifferenz der ansteigenden Flanke A nach B relativ zur Zustandsdauer des positiven Niveaus von A.	<p>$\phi = t_d / t_p * 180^\circ e$</p>
Maximaler Kommutierungswinkelfehler (maxCAE) [°e]	Maximale positive oder negative Abweichung der einzelnen Schaltpunkte der Kommutierungssignale zum Sollzeitpunkt (Referenzsignal), ermittelt über eine bestimmte Anzahl Umdrehungen.	<p>$mCAE = \max(\text{abs}(CAE_{CW}), CAE_{CCW})$</p>

Tabelle 2 Definitionen

3 TYPISCHE MESSERGEBNISSE

3.1 Winkelfehler pro Umdrehung

Der mittlere Winkelfehler [$^{\circ}$ m] und die Wiederholgenauigkeit (Jitter) [$^{\circ}$ m] sind unabhängig von der gewählten Auflösung. In LSB angegebene Messwerte sind abhängig von der Auflösung.

Nachfolgende Diagramme zeigen Winkelfehler-Messungen an drei unterschiedlichen MAG Encodern konfiguriert in unterschiedlichen Auflösungen unter folgenden Bedingungen: Messung von 25 Umdrehungen bei $V_{CC}=3.3\text{ V}$, $n=10000\text{ min}^{-1}$, $T=25^{\circ}\text{C}$

Auflösung	Diagramm	Analyse	
64 cpt		INL Jitter DNL Min State Max State	1.6 $^{\circ}$ m 0.2 $^{\circ}$ m = 0.15 LSB 0.02 LSB 0.98 LSB = 88 $^{\circ}$ e 1.02 LSB = 92 $^{\circ}$ e
128 cpt		INL Jitter DNL Min State Max State	1.9 $^{\circ}$ m 0.3 $^{\circ}$ m = 0.4 LSB 0.03 LSB 0.97 LSB = 87 $^{\circ}$ e 1.03 LSB = 93 $^{\circ}$ e
256 cpt		INL Jitter DNL Min State Max State	1.9 $^{\circ}$ m 0.2 $^{\circ}$ m = 0.6 LSB 0.05 LSB 0.95 LSB = 85 $^{\circ}$ e 1.05 LSB = 95 $^{\circ}$ e

Tabelle 3 Typische Messergebnisse

3.2 Temperatur-Abhängigkeit

DNL und minimale Zustandsdauer (Min State) sind im Wesentlichen unabhängig von der Temperatur. Infolge thermischen Rauschens nehmen Jitter und maximale Zustandsdauer mit steigender Temperatur zu, beziehungsweise die Wiederholgenauigkeit nimmt mit steigender Temperatur ab.

Abbildung 7 zeigt die Temperatur-Abhängigkeit von zehn ENX 8 MAG unter folgenden Bedingungen: $V_{CC}=3.3\text{ V}$, $10'000\text{ min}^{-1}$, 256 cpt

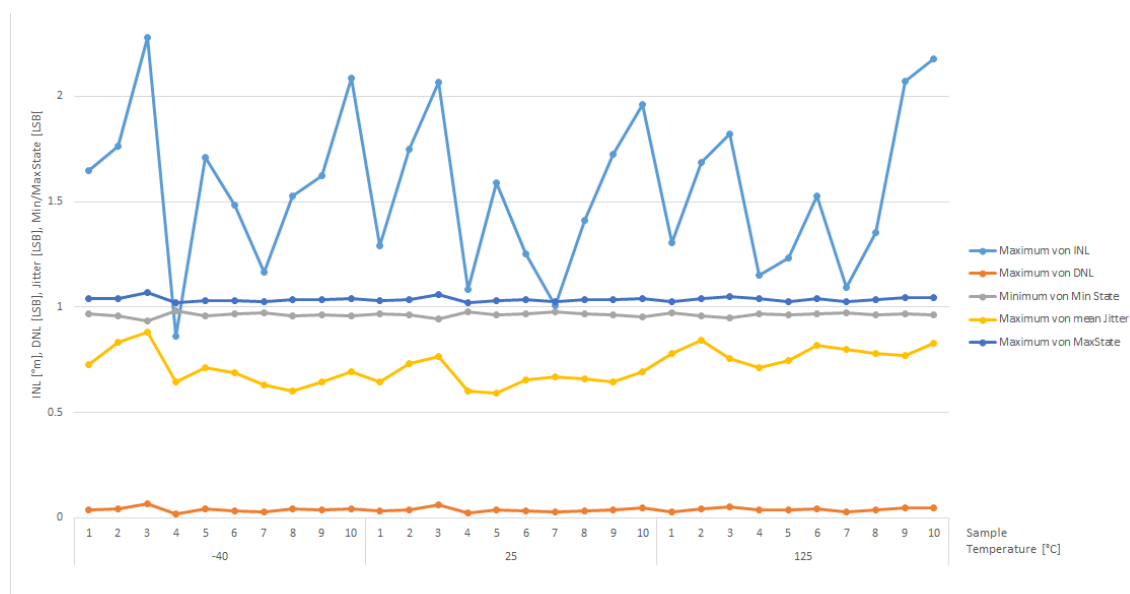


Abbildung 7 Temperatur-Abhängigkeit

3.3 Oszilloskop-Kurven

Abbildung 8 zeigt die Inkrementalsignale A, B, I mit dem Kommutierungssignal H1, aufgezeichnet in Drehrichtung CW bei $V_{CC}=3.3\text{ V}$, $n=20000\text{ min}^{-1}$, $T=25^\circ\text{C}$.

Signale: C1 = ChA; C2 = ChB; C3 = ChI; C4 = H1; 5 us/div; 5 V/div

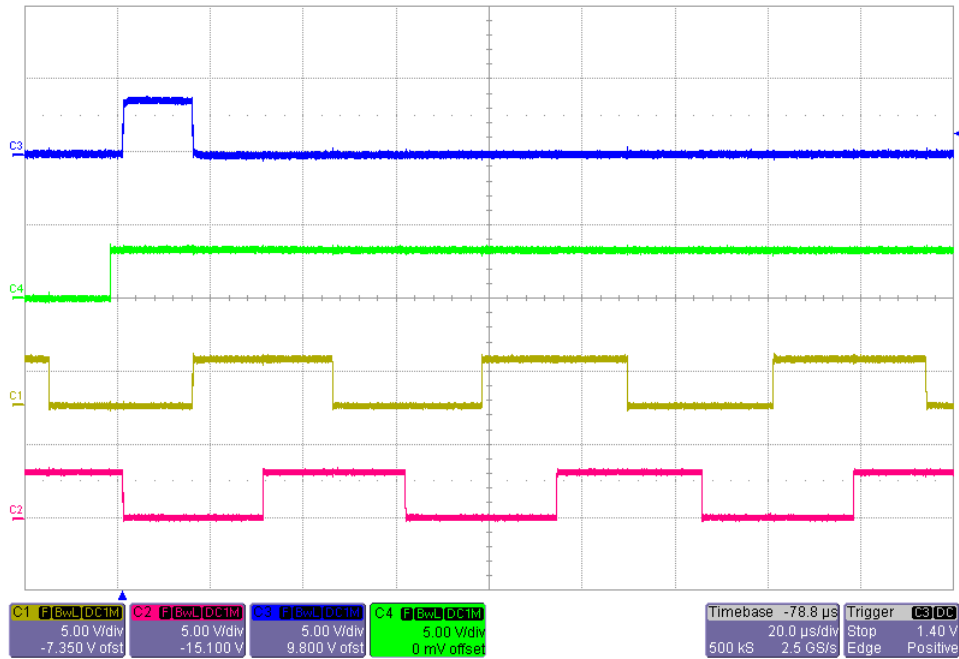


Abbildung 8 Oszilloskop-Kurve 1

Abbildung 9 zeigt die Kommutierungssignale H1, H2, H3 mit dem Inkrementalsignal I, aufgezeichnet in Drehrichtung CW bei $V_{CC}=3.3\text{ V}$, $n=25000\text{ min}^{-1}$, $T=25^\circ\text{C}$.

Signale: C1 = H2; C2 = H3; C3 = ChI; C4 = H1; 500 us/div; 5 V/div

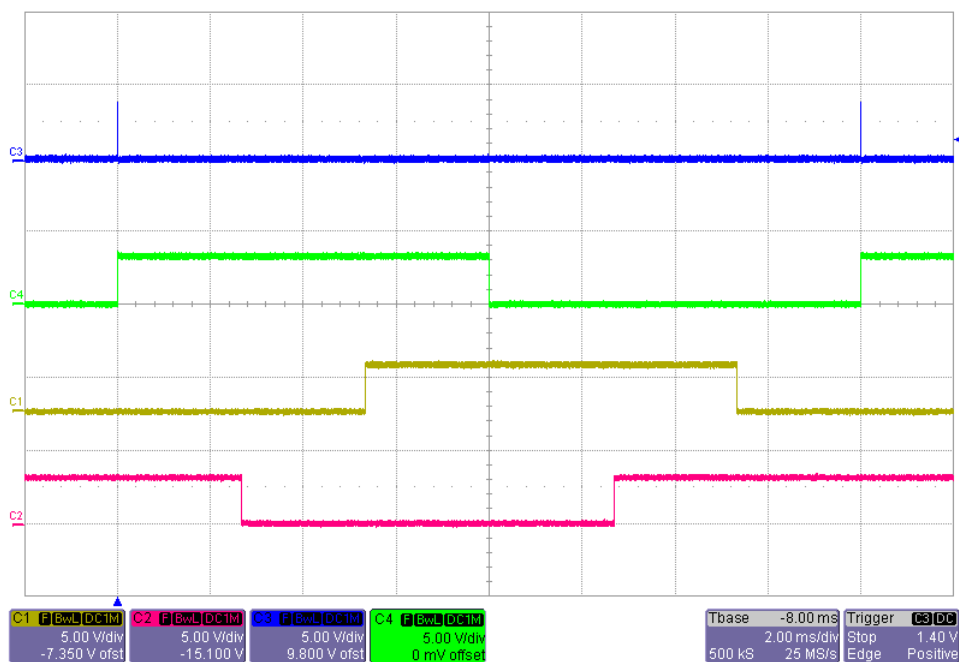


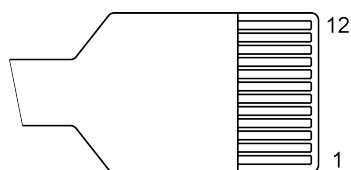
Abbildung 9 Oszilloskop-Kurve 2

4 ANSCHLUSSBELEGUNG



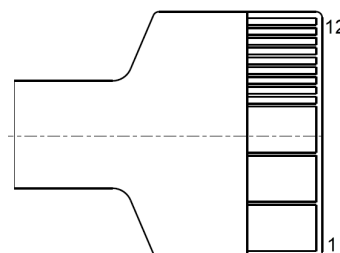
Maximal erlaubte Versorgungsspannung

- Stellen Sie sicher, dass die Versorgungsspannung innerhalb des angegebenen Bereichs liegt.
- Versorgungsspannungen ausserhalb des angegebenen Bereichs oder falsche Polung zerstören das Gerät.
- Gerät nur bei ausgeschalteter Versorgungsspannung ($V_{cc}=0$) einstecken.



ENX 4 / 6 / 8 MAG

Abbildung 10 Anschlussstecker



ENX 10 MAG INT

Pin	ENX MAG & DC-Motor	ENX MAG & EC-Motor mit Hall-Sensoren	Beschreibung
1	Motor +	Wicklung W1	Motoranschlüsse (maximal zulässiger Motorenstrom, → siehe Tabelle 5)
2	Motor -	Wicklung W2	
3	nicht verbunden	Wicklung W3	
4	GND	GND	Masse
5	V_{cc}	V_{cc}	Anschlussspannung
6	ChA	ChA	Kanal A
7	ChB	ChB	Kanal B
8	ChI	ChI	Kanal I (Index)
9	nicht verbinden!	H1	Kommutierungssignal U
10	nicht verbinden!	H2	Kommutierungssignal V
11	nicht verbinden!	H3	Kommutierungssignal W
12	nicht verbinden!	nicht verbinden!	

Tabelle 4 Anschlussstecker – Anschlussbelegung

Spezifikationen		
Type	zulässiger Dauerstrom Pin 1, 2, 3	Gegenstecker
ENX 4 MAG ENX 6 MAG ENX 8 MAG	$\leq 0.5 \text{ A}$	FFC/FPC Steckverbinder; beispielsweise... • Molex (52745-1297) • TE (1-1734839-2)
ENX 10 MAG INT	$\leq 2.5 \text{ A}$	• Molex (52207-2460)

Tabelle 5 Anschlussstecker – Spezifikationen

5 AUSGANGSBESCHALTUNG

Abbildung 11 zeigt die konzeptionelle Beschaltung der Ausgänge.

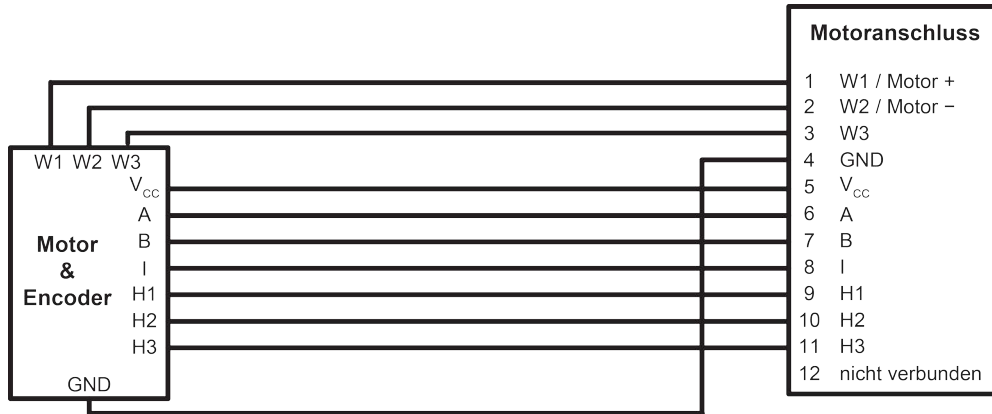


Abbildung 11 Ausgangsbeschaltung – ENX MAG

Generell wird ein hochohmiges Netzwerk (beispielsweise CMOS Eingang) empfohlen.

Pull-up und/oder Pull-down-Widerstände sind erlaubt aber nicht notwendig. Sollten sie dennoch verwendet werden, müssen sie so dimensioniert werden, dass der Strom pro Kanal auf $<4 \text{ mA}$ limitiert wird ($R > 820 \Omega @ V_{ENC} = 3.3 \text{ V}$).

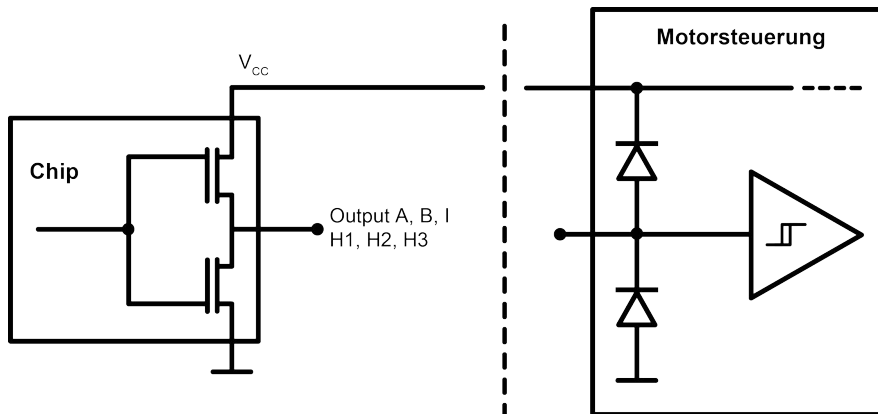


Abbildung 12 Ausgangsbeschaltung



Versorgungsspannung

Der Versorgungsspannung des Last-Netzwerks darf die Versorgungsspannung des Encoders nicht überschreiten.

6 ZUBEHÖR

Bestellnummer	Beschreibung	
498157	Adapter ENX 4 MAG ENX 6 MAG ENX 8 MAG	Zum Anschluss des ENX 4/6/8 MAG mit integrierten Motorleitungen an eine maxon Steuerung. Adapter von Flexprintstecker auf Schraubklemmen und Stiftleisten. Mit integriertem Line Driver RS422 und wählbarer Encoder-Versorgungsspannung $V_{ENC} = 3.3V$ (aus V_{CC} über Linearregler) oder $V_{ENC} = V_{CC} = 5V$
804420	Adapter ENX 10 MAG INT	Zum Anschluss des ENX 10 MAG INT mit integrierten Motorleitungen an eine maxon Steuerung. Adapter von Flexprintstecker auf Schraubklemmen.
Für weitere Angaben → maxon Katalog		

Tabelle 6 Geeignetes Zubehör

© 2024 maxon. Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung ist jegliche Verwendung, insbesondere Reproduktion, Bearbeitung, Übersetzung und Vervielfältigung untersagt (Kontakt: maxon international ag, Brünigstrasse 220, CH-6072 Sachseln, +41 41 666 15 00, www.maxongroup.com). Zuwiderhandlungen werden zivil- und strafrechtlich verfolgt. Die erwähnten Marken gehören ihrem jeweiligen Eigentümer und sind markenrechtlich geschützt. Änderungen ohne Vorankündigung möglich.