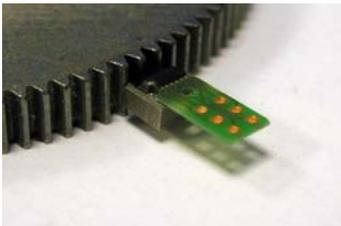


Application Note

GMR FIXPITCH® Sensoren für Winkel- und Längenmessung



GLM700 Familie

Empfohlene Zahnstrukturen



Einleitung

In der Familie der GLM-Module gibt es verschiedene Designvarianten, die jeweils auf eine bestimmte Zahnteilung (Pitch) angepasst sind.

Verfügbare Sensoren	Zahnteilung
GLM711ASB-Ax	1 mm
GLM712ASB-Ax	2 mm
GLM713ASB-Ax	3 mm
GLM714ASB-Ax	0.94 mm (Modul 0.3)
GLM715ASB-Ax	1.57 mm (Modul 0.5)

Die Sensoren setzen sich immer aus einem Sensorchip und einem Magneten zusammen. Der Magnet erzeugt hierbei das notwendige Magnetfeld, um eine weichmagnetische, zahnförmige Struktur anzuregen. Die dabei entstehenden Feldgradienten werden von dem Sensorchip erfasst und in elektrische Signale gewandelt.

Der Sensorchip und der Magnet sind in den jeweiligen Sensoren optimal zueinander angeordnet. Bei einigen GLM-Modul-Varianten (z. B. GLM700ASB-Ax) sind Sensorchip und Magnet in einem SMD-lötfähigem Gehäuse vereint. Eine weichmagnetische Zahnstruktur dient allen GLM-Sensoren als Maßverkörperung. Diese Struktur sorgt für die Magnetfeldausrichtung im Sensorelement. Bewegt man die Zahnstruktur am Sensor vorbei, erzeugt dieser ein differenzielles Sinus- bzw. ein differenzielles Cosinus-Ausgangssignal.

Das Funktionsprinzip der Signalerzeugung durch die Kombination aus GMR-Sensorchip, Magnet und ferromagnetische Zahnstruktur wird in Bild 2 deutlich.

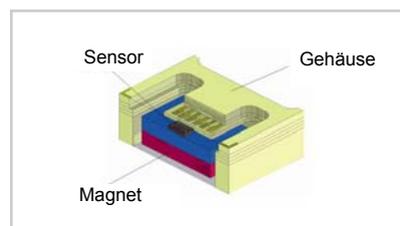


Bild 1: GLM700ASB-AA Familie

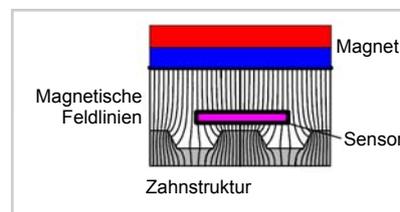


Bild 2: Funktionsprinzip der Zahnsensoren

Neben den typischen Zahnstrukturen können auch andere, zahnähnliche Strukturen, wie z. B. metallische Lochstreifen, mit dem GLM-Modul abgetastet werden!

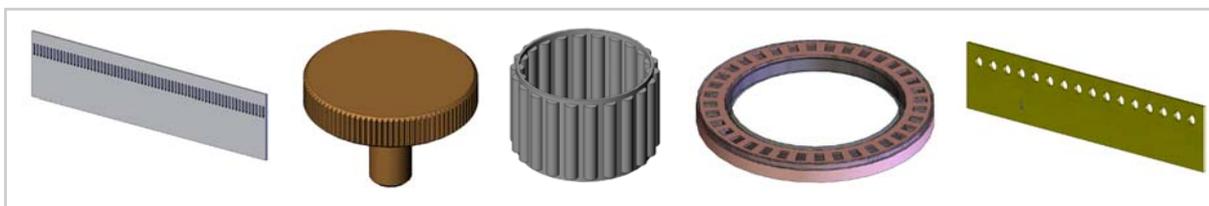


Bild 3: Verschiedene mögliche Zahnstrukturen.

Für eine optimale Signalqualität ist bezüglich der Auswahl des ferromagnetischen Werkstoffes für die Zahnstruktur folgendes zu beachten:

Material

Die Zahnstruktur muss das Magnetfeld beeinflussen. Daher ist es notwendig, dass sie aus einem ferromagnetischen Material besteht. Die folgende Auflistung ist eine Beispielsammlung gut geeigneter Stahltypen, die sich zur Herstellung von Zahnstrukturen anbieten:

St37	(1.0037)	X20Cr13	(1.4021)	X14CrMoS17	(1.4104)
St44	(1.0044)	X30Cr13	(1.4028)	X17CrNi16 2	(1.4057)
9SMnPb28	(1.0718)	X46Cr13	(1.4034)	X39CrMo17 1	(1.4122)
9SMnPb29	(1.0737)	X6Cr17	(1.4016)	X90CrMoV18	(1.4112)
20MnV6	(1.5217)				

Neben der geeigneten Materialauswahl ist es für die Signalerzeugung der differentiellen Sinus- bzw. Cosinussignale wichtig, die zum Sensor passende Zahnteilung auszuwählen.

Zahnteilung

Die GLM-Sensoren sind an eine feste Zahnteilung angepasst (**FIXPITCH**[®]-Prinzip). D. h. Zahnteilung und GLM-Modul sind so zu wählen, dass sie zueinander passen. Diese Anpassung gewährleistet optimale Signale für das Messsystem. Bei Sensitec sind GLM-Sensoren für die folgenden Zahnteilungen erhältlich:

Zahnteilung	Sensorchip	Bemerkung	Beispielsensor
1 mm	GL711		GLM711ASB
2 mm	GL712		GLM712ASB
3 mm	GL713		GLM713ASB
0.94 mm	GL714	Modul 0.3	GLM714ASB
1.57 mm	GL715	Modul 0.5	GLM715ASB

Die Anpassung an die Zahnteilung bezieht sich auf den Pitch des Sensors, bei einem Zahnrad wird jedoch z. B. das Modul für den Teilkreisdurchmesser angegeben. Daher muss bei der Auslegung des Messsystems der Durchmesser des Zahnrades, der Arbeitsabstand und die Zahnteilung berücksichtigt werden. Somit kann eine optimale Konfiguration hinsichtlich des Pitches zwischen Sensor und Zahnrad erreicht werden.

Bei einer radialen Abtastung an einem Zahnrad mit einer 2 mm Zahnstruktur (am Kopfkreisdurchmesser) würde dies an der Stelle des Sensors bedeuten, dass abhängig vom Durchmesser des Zahnrades eine größere Zahnteilung als 2 mm vorliegt, da zwischen Sensor und Zahnrad ein gewisser Arbeitsabstand notwendig ist.

Ein GLM-Sensor mit einem 2 mm Pitch wäre hier also *fehlangepasst*. Der entstehende Phasenfehler kann ggf. jedoch mit einer geeigneten Auswerteschaltung kompensiert werden.

Die nachfolgenden Berechnungen zeigen die Auslegung einer Systemkonfiguration zwischen Zahnrad und GLM-Sensor.

Beispiel:

Zahnrad mit Modul $m = 0.5 \text{ mm}$, Kopfkreisdurchmesser $D_a = 11 \text{ mm}$ und Zahnanzahl $z = 20$

Teilung (P):

$$P = m \cdot \pi$$

$$P = 0.5 \text{ mm} \cdot \pi = 1.57 \text{ mm}$$

An einer Zahnstange sollte aufgrund des Moduls von 0.5 mm (was einer Zahnteilung von 1.57 mm entspricht) der GLM-Sensor GLM715 gewählt werden.

Für das Zahnrad müssen folgende Berechnungen angesetzt werden.

Ermittlung des notwendigen Arbeitsabstandes (a):

$$a = \frac{P}{5} \qquad a = \frac{1.57 \text{ mm}}{5} = 0.314 \text{ mm}$$

Achtung: Die Teilung (P) bezieht sich auf den Teilkreisdurchmesser (D_T). Die Sensorposition (Durchmesser Sensorposition D_S) ist aber ausgehend von dem Kopfkreisdurchmesser (D_a).

$$D_S = D_a + 2 \cdot a \qquad D_S = 11 \text{ mm} + 2 \cdot 0.314 \text{ mm} = 11.628 \text{ mm}$$

Ermittlung des Teilkreisdurchmessers:

$$D_T = m \cdot z \qquad D_T = 0.5 \text{ mm} \cdot 20 = 10 \text{ mm}$$

Ermittlung des Teilungswinkels α :

$$\alpha = \frac{(P \cdot 360^\circ)}{(D_T \cdot \pi)} \qquad \alpha = \frac{(1.57 \text{ mm} \cdot 360^\circ)}{(10 \text{ mm} \cdot \pi)} = 18^\circ$$

Ermittlung der Teilung (P_S) am Sensordurchmesser D_S :

$$P_S = \frac{(D_S \cdot \pi \cdot \alpha)}{(360^\circ)} \qquad P_S = \frac{(11.628 \text{ mm} \cdot \pi \cdot 18^\circ)}{(360^\circ)} = 1.825 \text{ mm}$$

Die direkte Ermittlung der benötigten Teilung (P_S) kann über folgende Formel erfolgen:

$$P_S = \frac{\left(D_a + \frac{2 \cdot m \cdot \pi}{5}\right) \cdot \pi}{z}$$

Da der Sensorchip jedoch eine Gerade darstellt und sich diese Berechnung auf einen Kreisabschnitt bezieht, stellt diese Berechnung eine Näherung dar.

Zur Berechnung (vor allem bei kleinen Durchmessern) sollte folgende Formel angewandt werden:

$$P_S = \tan\left(\frac{\pi}{z}\right) \cdot (D_a + 2 \cdot a)$$

Der Arbeitsabstand sollte dann so angepasst werden, dass am Ort des Sensors der zum Sensor passende Pitch erreicht wird. Hierbei sollte eine Arbeitsabstandverkleinerung bevorzugt werden.

Fehlerquellen

Sowohl das GLM-Modul als auch nicht optimale Zahnstrukturen oder eine fehlerhafte Justage tragen zu Abweichungen in dem Messergebnis bei. Die nachstehenden Formeln können zur Bestimmung des Einflusses von Fehlanpassungen genutzt werden:

P_{GLM} entspricht dem Pitch des GLM-Moduls in mm.
P_{ist} entspricht der tatsächlichen Zahnteilung in mm, die das GLM-Modul erfasst und beinhaltet sowohl den Einfluss einer Verdrehung des Sensors zur Zahnstruktur, wie auch die Toleranzen der Zahnstruktur selber.
P_{Zahn} entspricht der Zahnteilung der Zahnstruktur in mm.

Fehlereinfluss der Zahnstruktur und Justage (F_Z):

$$\frac{\pm F_Z}{mm} = \frac{|P_{ist} - P_{GLM}|}{4} \quad \text{mit:} \quad P_{ist} = \frac{P_{Zahn}}{\cos \alpha}$$

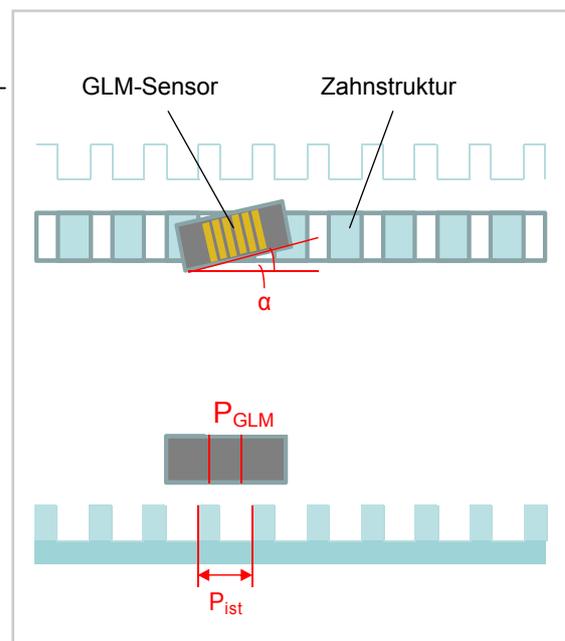
Grundfehler des Sensors (F_S) = 2 %:

$$\frac{\pm F_S}{mm} = P_{GLM} \cdot 0.02$$

Fehler gesamt (F_G):

$$F_G = F_Z + F_S$$

$$\frac{\pm F_S}{mm} = P_{GLM} \cdot 0.02 + \frac{|P_{Zahn} - P_{GLM}|}{4}$$



Phasenfehler zwischen Sinus und Cosinus bei Fehlanpassung des Pitches

Nachstehende Formel zeigt den Einfluss einer nicht optimal angepassten Zahnteilung auf die Phasenlage zwischen Sinus- und Cosinussignal des Sensors.

$$\frac{\Delta \varphi}{1^\circ} = \frac{1}{4} \cdot \frac{P_{GLM} - P_{ist}}{P_{GLM}} \cdot 360^\circ$$

Zahnformen

Die GLM-Sensoren können an unterschiedlichsten Zahnformen eingesetzt werden. Um optimale Signale vom Sensor zu erhalten, sollten die Zahnprofile bestimmte Verhältnissen hinsichtlich der Parameter Zahntiefe sowie Verhältnis von Zahnbreite zu Nutbreite aufweisen. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über häufig eingesetzte Zahnprofile und deren Parameter. Sollte die Anwendung eine glatte Oberfläche benötigen, können die Zahnluken mit einer Chromummantelung oder mit einem anderen nicht ferromagnetischen Material aufgefüllt werden. Es ist auch möglich, eine nicht-ferromagnetische Zahnstruktur zu verwenden und die Zahnluken mit ferromagnetischem Material zu füllen. Für weitere Informationen hierzu stehen wir gerne zur Verfügung.

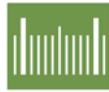
Empfohlene Zahnteilungen	h Zahn- höhe	w Zahn- breite	g Zahn- lücke	d Ab- stand	Signal- qualität
	$\geq \frac{p}{4}$	$\sim \frac{p}{3}$	$\sim \frac{2p}{3}$	$\sim \frac{p}{5}$	+++
	$\geq \frac{p}{4}$	$\sim \frac{p}{3}$	$\sim \frac{2p}{3}$	$\sim \frac{p}{5}$	+++
	$\geq \frac{p}{4}$	$\sim \frac{p}{3}$	$\sim \frac{2p}{3}$	$\sim \frac{p}{5}$	+++
	$\geq \frac{p}{3}$	—	—	$\sim \frac{p}{5}$	++

GLM700_Zahnstruktur_AND.01a

SENSORS FROM SENSITEC – SIMPLY BETTER FOR YOUR APPLICATION



Winkelmessung



Längen- und
Positionsmessung



Strommessung



Magnetfeld-
messung

Änderungsvorbehalt

Die Sensitec GmbH behält sich vor, Produktänderungen (inklusive der hier beschriebenen bzw. enthaltenen Software) ohne Ankündigung vorzunehmen, insofern es sich um eine Verbesserung des Designs bzw. der Funktionen handelt. Die Sensitec GmbH übernimmt keine Verantwortung und Haftung für die Nutzung geänderter, nicht freigegebener Produkte.

Anwendungsinformation

Anwendungen, die hier beschrieben werden, dienen lediglich der Veranschaulichung. Die Sensitec GmbH garantiert nicht dafür, dass diese Anwendungen, ohne weitere Tests oder Modifizierungen, für den spezifizierten Gebrauch geeignet sind.

Lebensgefährdende Anwendungen

Diese Produkte sind nicht qualifiziert zum Gebrauch in lebenserhaltenden Geräten oder Systemen, aeronautischen Applikationen oder in Bauteilen oder Systemen, in denen ein Defekt dieser Produkte zu einer Verletzung einer Person führen kann.

Copyright © 2012 Sensitec GmbH, Deutschland

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Dokumentes darf kopiert oder in irgendeiner Form vervielfältigt werden, ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Copyright Inhabers. Den Informationen dieses Dokumentes sind unangekündigte Änderungen vorbehalten. Bitte beachten Sie, dass typische Werte nicht garantiert werden können. Die Sensitec GmbH übernimmt keine Haftung für die Folgen einer Benutzung.