

TBM™ 2G

English	Instruction Manual
Deutsch	Betriebsanleitung
Español	Manual de Instrucciones
Français	Manuel d'Installation
Italiano	Manuale di Istruzioni
中文	使用说明书
日本	取扱説明書
한국인	취급설명서



Edition: B, June 2023

Part Number: 908-900000-99



English



Deutsch



Español



Français



Italiano



中文



日本



한국인

Original Language is English. All other content is translated from the original language.



For safe and proper use, follow these instructions.
Keep them for future reference.

KOLLMORGEN

Frontmatter

Copyrights

Copyright © 2023 Regal Rexnord Corporation, All Rights Reserved.

Information in this document is subject to change without notice. The software package described in this document is furnished under a license agreement. The software package may be used or copied only in accordance with the terms of the license agreement.

This document is the intellectual property of Kollmorgen and contains proprietary and confidential information. The reproduction, modification, translation or disclosure to third parties of this document (in whole or in part) is strictly prohibited without the prior written permission of Kollmorgen.

Trademarks

Regal Rexnord and [Kollmorgen](#) are trademarks of [Regal Rexnord Corporation](#) or one of its affiliated companies.

All other product and brand names listed in this document may be trademarks or registered trademarks of their respective owners.

- TBM2G is a registered trademark of Kollmorgen Corporation
- CANopen is a registered trademark of CAN in Automation (CiA)
- EtherCAT is a registered trademark and patented technology, licensed by Beckhoff Automation GmbH
- LOCTITE is a registered trademark of Henkel Corporation
- Mylar is a DuPont® Corporation trade name
- Scotch-Weld™ 2214 is a registered trademark of 3M
- [Ghostscript](#) is a registered trademark of Artifex Software, Inc. and is distributed under the [AGPL](#) license.

Disclaimer

Technical changes to improve the performance of the equipment may be made without prior notice!

All rights reserved. No part of this work may be reproduced in any form (by photocopying, microfilm or any other method) or stored, processed, copied or distributed by electronic means without the written permission of Kollmorgen Corporation.

Technische Änderungen, die der Verbesserung der Geräte dienen, vorbehalten!

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Firma Kollmorgen Corporation reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Il produttore si riserva la facoltà di apportare modifiche tecniche volte al miglioramento degli apparecchi

Tutti i diritti riservati. Nessuna parte di questo documento può essere rielaborata, riprodotta in qualsiasi forma (fotocopia, microfilm o altro processo) o diffusa mediante l'uso di sistemi elettronici senza l'approvazione scritta della ditta Kollmorgen Corporation o rielaborata, riprodotta o diffusa mediante l'uso di sistemi elettronici.

Reservado el derecho de introducir modificaciones técnicas para la mejora de los equipos

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra por cualquier medio (fotocopia, microfilm u otros), así como su procesamiento, reproducción y divulgación por medio de sistemas electrónicos, sin expresa autorización escrita de la empresa Kollmorgen Corporation.

Toutes modifications techniques concourant pour l'amélioration des appareils réservées !

Tous droits réservés. Aucune partie de l'ouvrage ne peut être reproduite sous quelque forme que ce soit (imprimée, photocopiée, microfilmée ou par un autre procédé) ou encore traitée, reproduite ou diffusée au moyen de systèmes électroniques sans autorisation écrite préalable de Kollmorgen Corporation.

为提高设备性能而进行的技术改造可能不事先通知!

保留所有权利。未经Kollmorgen公司书面许可, 不得以任何形式(通过影印、缩微胶片或任何其他方法)复制本作品的任何部分, 或以电子方式储存、处理、复制或分发。

機器の性能向上のための技術的な変更は、予告なく行われることがあります

本書の無断転載を禁じます。この著作物のいかなる部分も、Kollmorgen Corporationの書面による許可なくして、いかなる形式(コピー、マイクロフィルム、その他の方法)でも複製したり、電子的手段で保存、加工、複写、配布したりすることはできません。

장비의 성능을 향상시키기 위한 기술적 변경은 사전 통지 없이 이루어질 수 있습니다!

장비의 성능을 개선하기 위한 기술적 변경은 사전 통지 없이 이루어질 수 있습니다! 판권 소유. Kollmorgen Corporation의 서면 허가 없이 이 저작물의 어떤 부분도 어떤 형태로든 복제(복사, 마이크로필름 또는 기타 방법)하거나 전자적 수단으로 저장, 처리, 복사 또는 배포할 수 없습니다.

Record of Document Revisions

Version	Date	Notes
Beta	April 2022	Beta documentation
A	April 2023	Initial release
B	June 2023	Updated data and translations

Table of Contents

1 English	13
1.1 General	13
1.1.1 About This Manual	13
1.1.2 Abbreviations Used	13
1.1.3 Symbols Used	13
1.1.4 Safety	14
1.1.4.0.1 Safety notes	14
1.1.5 Important Notice	16
1.1.6 Prohibited Use	17
1.1.7 Model Nomenclature	18
1.1.8 Torque Overview	19
1.1.9 Component Material Drawing	19
1.2 Storage, Operation and Transport Guidelines	20
1.2.1 Storage	20
1.2.2 Operation	20
1.2.3 Transport	20
1.2.4 Unpacking	20
1.3 Mounting and Installation Guidelines	21
1.3.1 Armature and Field Assembly Definitions	21
1.3.2 User Interface Responsibilities	21
1.3.2.1 Bearings	21
1.3.2.2 Stator Mounting Materials	21
1.3.2.3 Rotor Mounting Materials	21
1.3.2.4 Grounding	22
1.3.2.5 Basic Assembly Instructions	23
1.3.3 Stator Mounting Practices	24
1.3.3.1 Stator Bonding	24
1.3.3.2 Stator Clamping	26
1.3.4 Rotor Mounting Practices	27
1.3.4.1 Control of Radial Runout	27
1.3.4.2 Rotor Bonding	28
1.3.5 Axial Mounting Practices	29
1.3.5.1 Axial Alignment Control	29
1.3.6 Axial Mounting	29
1.3.7 Electrical Wiring Interface	31
1.3.7.1 Wiring	31
1.3.7.2 Lead Wire Requirements (no lead option)	31
1.3.7.3 Power Leads General Specifications and Wiring	31
1.3.7.4 Thermal Device General Specifications and Wiring	33
1.3.7.4.1 Thermal Protection	33
1.3.7.5 Hall Sensor Device General Specifications and Wiring	35
1.4 Definition of Terms for Technical Data	37
2 Deutsch	38
2.1 Allgemeines	38
2.1.1 Über dieses Handbuch	38
2.1.2 Verwendete Abkürzungen	38
2.1.3 Verwendete Symbole	39

2.1.4 Sicherheit	40
2.1.4.0.1 Sicherheitshinweise	40
2.1.5 Wichtiger Hinweis	42
2.1.6 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	43
2.1.7 Modellnomenklatur	44
2.1.8 Drehmoment Überblick	45
2.1.9 Zeichnung der Komponentenmaterialien	45
2.2 Richtlinien für Lagerung, Betrieb und Transport	46
2.2.1 Lagerung	46
2.2.2 Betrieb	46
2.2.3 Transport	46
2.2.4 Auspacken	46
2.3 Montage- und Installationshinweise	47
2.3.1 Definitionen der Anker- und Feldbaugruppe	47
2.3.2 Verantwortung des Benutzers für die Schnittstellen	48
2.3.2.1 Lager	48
2.3.2.2 Materialien für die Statormontage	48
2.3.2.3 Materialien für die Rotormontage	48
2.3.2.4 Erdung	48
2.3.2.5 Grundlegende Einbauanweisungen	49
2.3.3 Vorgehensweise bei der Statormontage	51
2.3.3.1 Statorverklebung	51
2.3.3.2 Stator-Klemmung	53
2.3.4 Vorgehensweise bei der Rotormontage	54
2.3.4.1 Kontrolle des radialen Nachlaufs	54
2.3.4.2 Rotorverklebung	55
2.3.5 Vorgehensweise bei axialer Montage	56
2.3.5.1 Kontrolle der axialen Ausrichtung	56
2.3.6 Axiale Montage	57
2.3.7 Schnittstelle der elektrischen Verkabelung	59
2.3.7.1 Verdrahtung	59
2.3.7.2 Anforderungen an Anschlusskabel (Option ohne Kabel)	59
2.3.7.3 Allgemeine Daten und Verkabelung der Stromleitungen	59
2.3.7.4 Allgemeine Daten und Verkabelung der thermischen Geräte	61
2.3.7.4.1 Thermoschutz	61
2.3.7.5 Allgemeine Daten und Verkabelung des Hall-Sensors	63
2.4 Begriffsdefinitionen für technische Daten	65
3 Español	68
3.1 General	68
3.1.1 Acerca de este manual	68
3.1.2 Abreviaturas usadas	68
3.1.3 Símbolos usados	69
3.1.4 Seguridad	70
3.1.4.0.1 Notas de seguridad	70
3.1.5 Nota importante	72
3.1.6 Uso prohibido	73
3.1.7 Nomenclatura modelo	74
3.1.8 Resumen de par de torsión	75

3.1.9 Diagrama de materiales de componentes	75
3.2 Directrices de almacenamiento, funcionamiento y transporte	76
3.2.1 Almacenamiento	76
3.2.2 Funcionamiento	76
3.2.3 Transporte	76
3.2.4 Desembalaje	76
3.3 Directrices de instalación y montaje	77
3.3.1 Definiciones de Conjunto de campo y armazón	77
3.3.2 Responsabilidades de la interfaz de usuario	78
3.3.2.1 Rodamientos	78
3.3.2.2 Materiales de montaje del estátor	78
3.3.2.3 Materiales de montaje del rotor	78
3.3.2.4 Conexión a tierra	78
3.3.2.5 Instrucciones básicas de montaje	79
3.3.3 Prácticas de montaje del estátor	81
3.3.3.1 Conexión del estátor	81
3.3.3.2 Sujeción del estátor	83
3.3.4 Prácticas de montaje del rotor	84
3.3.4.1 Control de la desviación radial	84
3.3.4.2 Conexión del rotor	85
3.3.5 Prácticas de montaje axial	86
3.3.5.1 Control de alineación axial	86
3.3.6 Montaje axial	87
3.3.7 Interfaz del cableado eléctrico	89
3.3.7.1 Cableado	89
3.3.7.2 Requisitos del cable conductor (opción sin cable)	89
3.3.7.3 Especificaciones generales y tendido de los cables de alimentación	89
3.3.7.4 Especificaciones generales y cableado del dispositivo térmico	91
3.3.7.4.1 Protección térmica	91
3.3.7.5 Especificaciones generales y cableado del dispositivo sensor de Hall	93
3.4 Definición de los términos de Datos técnicos	95
4 Français	96
4.1 Généralités	96
4.1.1 À propos de ce manuel	96
4.1.2 Abréviations utilisées	96
4.1.3 Symboles utilisés	97
4.1.4 Sécurité	98
4.1.4.0.1 Consignes de sécurité	98
4.1.5 Avis important	100
4.1.6 Utilisation interdite	101
4.1.7 Nomenclature des modèles	102
4.1.8 Vue d'ensemble des couples	103
4.1.9 Description des matériaux des composants	103
4.2 Consignes de stockage, d'utilisation et de transport	104
4.2.1 Stockage	104
4.2.2 Utilisation	104
4.2.3 Transport	104
4.2.4 Déballage	104

4.3	Consignes de montage et d'installation	105
4.3.1	Définition de l'ensemble induit et de l'ensemble inducteur	105
4.3.2	Responsabilités de l'utilisateur concernant l'interface	106
4.3.2.1	Paliers	106
4.3.2.2	Matériaux pour le montage du stator	106
4.3.2.3	Matériaux pour le montage du rotor	106
4.3.2.4	Mise à la terre	106
4.3.2.5	Instructions de montage de base	107
4.3.3	Techniques de montage du stator	109
4.3.3.1	Collage du stator	109
4.3.3.2	Serrage du stator	111
4.3.4	Techniques de montage du rotor	112
4.3.4.1	Contrôle du faux-rond radial	112
4.3.4.2	Collage du rotor	113
4.3.5	Techniques de montage axial	114
4.3.5.1	Contrôle de l'alignement axial	114
4.3.6	Montage axial	115
4.3.7	Interface de câblage électrique	117
4.3.7.1	Câblage	117
4.3.7.2	Exigences relatives aux fils conducteurs (version fournie sans fil)	117
4.3.7.3	Caractéristiques générales et câblage des fils d'alimentation	117
4.3.7.4	Caractéristiques générales et câblage des dispositifs thermiques	119
4.3.7.4.1	Protection thermique	119
4.3.7.5	Caractéristiques générales et câblage des capteurs à effet Hall	121
4.4	Définition des termes pour les caractéristiques techniques	123
5	Italiano	126
5.1	Generale	126
5.1.1	Informazioni sul presente manuale	126
5.1.2	Abbreviazioni usate	126
5.1.3	Simboli usati	127
5.1.4	Sicurezza	128
5.1.4.0.1	Note sulla sicurezza	128
5.1.5	Nota importante	130
5.1.6	Uso vietato	131
5.1.7	Nomenclatura modello	132
5.1.8	Panoramica valori di coppia	133
5.1.9	Illustrazione dei materiali dei componenti	133
5.2	Linee guida per lo stoccaggio, il funzionamento e il trasporto	134
5.2.1	Conservazione	134
5.2.2	Funzionamento	134
5.2.3	Trasporto	134
5.2.4	Rimozione dell'imballaggio	134
5.3	Linee guida per il montaggio e l'installazione	135
5.3.1	Definizioni di gruppo indotto e gruppo campo	135
5.3.2	Responsabilità dell'utilizzatore in merito all'interfaccia	136
5.3.2.1	Cuscinetti	136
5.3.2.2	Materiali per il montaggio dello statore	136
5.3.2.3	Materiali per il montaggio del rotore	136

5.3.2.4	Messa a terra	136
5.3.2.5	Istruzioni di base per il montaggio	137
5.3.3	Procedure di montaggio dello statore	139
5.3.3.1	Incollaggio dello statore	139
5.3.3.2	Bloccaggio dello statore	141
5.3.4	Procedure di montaggio del rotore	142
5.3.4.1	Controllo della coassialità radiale	142
5.3.4.2	Incollaggio del rotore	143
5.3.5	Procedure di montaggio assiale	144
5.3.5.1	Controllo dell'allineamento assiale	144
5.3.6	Montaggio assiale	145
5.3.7	Interfaccia di cablaggio elettrico	147
5.3.7.1	Cablaggio	147
5.3.7.2	Requisiti per i cavi (nessuna opzione)	147
5.3.7.3	Specifiche generali e cablaggio dei cavi di alimentazione	147
5.3.7.4	Specifiche generali e cablaggio dei dispositivi termici	149
5.3.7.4.1	Protezione termica	149
5.3.7.5	Specifiche generali e cablaggio dei sensori a effetto Hall	151
5.4	Definizione dei termini per i dati tecnici	153
6	中文	156
6.1	一般信息	156
6.1.1	关于本手册	156
6.1.2	所使用的缩写词	156
6.1.3	所用符号	157
6.1.4	安全性	158
6.1.5	重要事项	160
6.1.6	禁止使用	162
6.1.7	型号命名原则	163
6.1.8	转矩概览	164
6.1.9	部件材料图	164
6.2	储存、操作和运输指南	165
6.2.1	储存	165
6.2.2	操作	165
6.2.3	运输	165
6.2.4	开箱	165
6.3	固定和安装指南	166
6.3.1	电枢组件和磁场组件的定义	166
6.3.2	用户接口职责	167
6.3.2.1	轴承	167
6.3.2.2	定子安装材料	167
6.3.2.3	转子安装材料	167
6.3.2.4	接地	167
6.3.2.5	基本组装说明	168
6.3.3	定子安装实践	170
6.3.3.1	定子粘合	170
6.3.3.2	定子夹持	172
6.3.4	转子安装实践	173
6.3.4.1	径向跳动控制	173

6.3.4.2 转子粘合	174
6.3.5 轴向安装实践	175
6.3.5.1 轴向对齐控制	175
6.3.6 轴向安装	176
6.3.7 电气连线接口	178
6.3.7.1 接线	178
6.3.7.2 引线要求(无引线选项)	178
6.3.7.3 电源线一般规格和接线	178
6.3.7.4 过热保护装置一般规格和接线	180
6.3.7.5 霍尔传感器器件一般规格和接线	182
6.4 技术数据的术语定义	184
7 日本語	186
7.1 一般情報	186
7.1.1 この操作説明書について	186
7.1.2 使用されている略語	186
7.1.3 使用されている記号	187
7.1.4 安全性	188
7.1.5 重要な通知	190
7.1.6 禁止事項	191
7.1.7 モデルの分類法	193
7.1.8 トルクの概要	194
7.1.9 部品材質の図	194
7.2 保管、運用、運搬のガイドライン	195
7.2.1 保管環境	195
7.2.2 運用	195
7.2.3 運搬	195
7.2.4 開梱	195
7.3 取り付けおよび設置のガイドライン	196
7.3.1 電機子およびフィールドアセンブリの定義	196
7.3.2 接触面についての注意点	197
7.3.2.1 ベ어링	197
7.3.2.2 ステータの取り付け部材	197
7.3.2.3 ロータの取り付け部材	197
7.3.2.4 接地	197
7.3.2.5 基本的な組み立てについての指示	198
7.3.3 ステータの取り付け作業	200
7.3.3.1 ステータの接着	200
7.3.3.2 ステータのクランプ	202
7.3.4 ロータの取り付け作業	204
7.3.4.1 ラジアル振れの制御	204
7.3.4.2 ロータの接着	205
7.3.5 軸の取り付け作業	206
7.3.5.1 軸アライメント制御	206
7.3.6 軸の取り付け	207
7.3.7 電気配線インターフェイス	209
7.3.7.1 配線	209
7.3.7.2 リード線の要件(リードなしオプション)	209
7.3.7.3 入力線の一般仕様および配線	209

7.3.7.4 熱デバイスの一般仕様および配線	211
7.3.7.5 ホールセンサ装置の一般仕様および配線	213
7.4 技術データ用語の定義	215
8 한국어	218
8.1 일반	218
8.1.1 설명서 정보	218
8.1.2 사용되는 약어	218
8.1.3 사용된 기호	219
8.1.4 안전성	220
8.1.5 중요 알림	222
8.1.6 금지된 사용	223
8.1.7 모델 명명법	224
8.1.8 토크 개요	225
8.1.9 구성 요소 재료 도면	225
8.2 보관, 작동 및 운반 지침	226
8.2.1 보관	226
8.2.2 작동	226
8.2.3 운송	226
8.2.4 포장 풀기	226
8.3 장착 및 설치 지침	227
8.3.1 전기자 및 필드 어셈블리 정의	227
8.3.2 사용자 인터페이스 책임	228
8.3.2.1 베어링	228
8.3.2.2 고정자 장착 재료	228
8.3.2.3 로터 장착 재료	228
8.3.2.4 접지	228
8.3.2.5 기본 조립 지침	229
8.3.3 고정자 장착 방식	231
8.3.3.1 고정자 본딩	231
8.3.3.2 고정자 클램핑	233
8.3.4 로터 장착 방식	235
8.3.4.1 방사상 런아웃 제어	235
8.3.4.2 로터 본딩	236
8.3.5 축 장착 방식	237
8.3.5.1 축 정렬 제어	237
8.3.6 축 장착	238
8.3.7 전기 배선 인터페이스	240
8.3.7.1 배선	240
8.3.7.2 리드 와이어 요구 사항(리드 없는 옵션)	240
8.3.7.3 전력 리드 일반 사양 및 배선	240
8.3.7.4 열 장치 일반 사양 및 배선	242
8.3.7.5 홀 센서 장치 일반 사양 및 배선	244
8.4 기술 데이터 용어 정의	246
9 Technical Data	248
9.1 Dictionary for technical data tables	249
9.1.1 Motor Terminology	249
9.1.2 Brake Terminology	251
9.2 TBM2G-050 Data & Drawings	252

9.2.1 TBM2G-05008 Frameless Motor Specifications	252
9.2.2 TBM2G-05013 Frameless Motor Specifications	254
9.2.3 TBM2G-05026 Frameless Motor Specifications	256
9.2.4 TBM2G-050 Frameless Motor Performance Curves	258
9.2.5 TBM2G-050 Frameless Motor Outline Drawing	260
9.2.6 TBM2G-050 Series Optional Lead Specifications	261
9.3 TBM2G-060 Data & Drawings	262
9.3.1 TBM2G-06008 Frameless Motor Specifications	262
9.3.2 TBM2G-06013 Frameless Motor Specifications	264
9.3.3 TBM2G-06026 Frameless Motor Specifications	266
9.3.4 TBM2G-060 Frameless Motor Performance Curves	268
9.3.5 TBM2G-060 Frameless Motor Outline Drawing	270
9.3.6 TBM2G-060 Series Optional Lead Specifications	271
9.4 TBM2G-068 Data & Drawings	272
9.4.1 TBM2G-06808 Frameless Motor Specifications	272
9.4.2 TBM2G-06813 Frameless Motor Specifications	274
9.4.3 TBM2G-06826 Frameless Motor Specifications	276
9.4.4 TBM2G-068 Frameless Motor Performance Curves	278
9.4.5 TBM2G-068 Frameless Motor Outline Drawing	280
9.4.6 TBM2G-068 Series Optional Lead Specifications	281
9.5 TBM2G-076 Data & Drawings	282
9.5.1 TBM2G-07608 Frameless Motor Specifications	282
9.5.2 TBM2G-07613 Frameless Motor Specifications	284
9.5.3 TBM2G-07626 Frameless Motor Specifications	286
9.5.4 TBM2G-076 Frameless Motor Performance Curves	288
9.5.5 TBM2G-076 Frameless Motor Outline Drawing	290
9.5.6 TBM2G-076 Series Optional Lead Specifications	291
9.6 TBM2G-085 Data & Drawings	292
9.6.1 TBM2G-08508 Frameless Motor Specifications	292
9.6.2 TBM2G-08513 Frameless Motor Specifications	294
9.6.3 TBM2G-08526 Frameless Motor Specifications	296
9.6.4 TBM2G-085 Frameless Motor Performance Curves	298
9.6.5 TBM2G-085 Frameless Motor Outline Drawing	300
9.6.6 TBM2G-085 Series Optional Lead Specifications	301
9.7 TBM2G-094 Data & Drawings	302
9.7.1 TBM2G-09408 Frameless Motor Specifications	302
9.7.2 TBM2G-09413 Frameless Motor Specifications	304
9.7.3 TBM2G-09426 Frameless Motor Specifications	306
9.7.4 TBM2G-094 Frameless Motor Performance Curves	308
9.7.5 TBM2G-094 Frameless Motor Outline Drawing	310
9.7.6 TBM2G-094 Series Optional Lead Specifications	311
9.8 TBM2G-115 Data & Drawings	312
9.8.1 TBM2G-11508 Frameless Motor Specifications	312
9.8.2 TBM2G-11513 Frameless Motor Specifications	314
9.8.3 TBM2G-11526 Frameless Motor Specifications	316
9.8.4 TBM2G-115 Frameless Motor Performance Curves	318
9.8.5 TBM2G-115 Frameless Motor Outline Drawing	320
9.8.6 TBM2G-115 Series Optional Lead Specifications	321

10 Approvals	322
10.1 EC Declaration of Conformity	322
10.2 Conformance with uL	324
10.3 Conformance with CE	324
10.4 Conformance with EAC	324
10.5 Conformance with RoHS	324
10.6 Conformance with REACH	324

1 English

1.1 General

1.1.1 About This Manual

This manual describes the TBM2G frameless motors (standard version). In the case that TBM2G motors are operated in drive systems together with Kollmorgen® servo drives, please observe the entire system documentation, consisting of:

- Installation manual for the servo drives
- Fieldbus communication manual (e.g. CANopen or EtherCAT)

More background information can be found on the Kollmorgen Developer Network, available at kdn.kollmorgen.com.

1.1.2 Abbreviations Used

NOTE
• Abbreviations used for technical data can be found under Definition of Terms. • In this document, the symbolism (→ # 25) means: see page 25.

1.1.3 Symbols Used

Symbol	Indication
 DANGER	Indicates a hazardous situation which, if not avoided, will result in death or serious injury.
 WARNING	Indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in death or serious injury.
 CAUTION	Indicates a hazardous situation which, if not avoided, could result in minor or moderate injury.
NOTICE	Indicates situations which, if not avoided, could result in property damage.
NOTE	This symbol indicates important notes.
	Warning of a danger (general). The type of danger is specified by the text next to the symbol.
	Warning of danger from electricity and its effects.
	Warning of danger from hot surface.
	Warning of suspended loads.

1.1.4 Safety

1.1.4.0.1 Safety notes



WARNING Pacemaker!

The strong magnetic fields which are produced as long as the magnetic rotor is not installed, constitute a hazard for persons with implants, such as cardiac pacemakers, that can be influenced by magnetic fields. As a general rule, all persons who may suffer impairment to health through the influence of strong magnetic fields must keep at a safe distance of at least 1 meter from the rotor.



CAUTION Magnetic field!

The strong magnetic fields which are produced constitute a hazard for persons with implants that can be influenced by magnetic fields. As a general rule, all persons who may suffer impairment to health through the influence of strong magnetic fields must keep at a safe distance of at least 1 meter from the motor.

Only properly qualified persons are permitted to perform activities such as transport, installation, commissioning and maintenance. Properly qualified persons are those who are familiar with the transport, assembly, installation, commissioning and operation of motors, and who have the appropriate qualifications for their job. Qualified personnel must know and observe the following standards and directives: IEC 60364, 60662 and national accident prevention regulations.

The recommendations included in this document are intended to serve as general installation guidelines and are for reference purpose.

Kollmorgen assumes no responsibility for incorrect implementation of these techniques, which remain the sole responsibility of the user.



CAUTION Wear gloves!

Always wear gloves when working on the motor.

Read the available documentation before installation and commissioning. Incorrect handling of the motor components can cause injury and damage to persons and equipment. Special care must be taken when installing the rotor inside the stator of the motor. Tooling or fixtures may be required.



CAUTION Magnetic field!

Strong magnetic fields attract metallic objects and create potential safety hazards for hands and fingers. During work on or in the vicinity of TBM2G motors make sure that at least two finely pointed wedges of tough non-magnetic material -e.g. V2A -(with a wedge angle of approx. 10°-15°) and a non-metallic hammer (approx. 3 kg) are at hand. In an emergency you can then use these tools to detach objects that are magnetically bound to the magnetic rotor (for instance, to free trapped parts of the body).

Keep watches and magnetic data media (credit cards, diskettes, etc.) and digital displays (mobile phones, laptops, etc.) out of the immediate vicinity (<500 mm) of the TBM2G motor. Because of the high forces of attraction, special care must be taken within a range of about 50 mm from the magnetic rotor. Inside this area, heavy (>1 kg) or large-area (>1 dm²) objects of steel or iron must not be held in the hand.

The rotor must never be stored in an unpacked condition. Use non-magnetic packaging material that is at least 20 mm thick. The storage location must be dry and protected from heat. Do not expose the motor rotor to heat in excess of 110°C, unless installed inside the stator. Heat over 110°C can de-magnetize the rotor magnets.

Put up warning signs where the motors are stored: Caution : STRONG MAGNETS

Attach easily visible warning signs (e.g. permanent self-adhesive labels) to the machine.

Caution : The drives on this machine are fitted with strong magnets. STRONG MAGNETIC FIELDS + HIGH ATTRACTION FORCES!



DANGER Earthing! High voltages!

It is mandatory to ensure that the metallic parts of the motor stator are properly grounded to the PE (protective earth) busbar in the switchgear cabinet. Safety for personnel cannot be assured without a low-resistance protective earth. See Grounding section of Mounting and Installation Guidelines of this documentation for more detailed information.

Power connections may still be live, even though the motor is not moving. Never undo the electrical connections to the motor while voltage is present. In unfavorable cases this can cause arcing, with injury and damage to people and equipment.

1.1.5 Important Notice

Specialist staff required!

Only properly qualified personnel are permitted to perform such tasks as transport, assembly, setup and maintenance. Qualified specialist staff are persons who are familiar with the transport, installation, assembly, commissioning and operation of motors and who bring their relevant minimum qualifications to bear on their duties:

- **Transport:** only by personnel with knowledge of handling electrostatic sensitive components.
- **Mechanical Installation:** only by mechanically qualified personnel.
- **Electrical Installation:** only by electrically qualified personnel.
- **Setup:** only by qualified personnel with extensive knowledge of electrical engineering and drive technology.

The qualified personnel must know and observe IEC 60364 / IEC 60664 and national accident prevention regulations.

Read the documentation!

Read the available documentation before installation and commissioning. Improper handling of the stator/rotor can cause harm to people or damage to property. The operator must therefore ensure that all persons entrusted to work on the frameless motor have read and understood the manual and that the safety notices in this manual are observed.

Pay attention to the technical data!

Adhere to the technical data and the specifications on connection conditions (electrical ratings in Technical Data). If permissible voltage values or current values are exceeded, the frameless motors can be damaged, for example by overheating.

Perform a risk assessment!

The manufacturer of the machine must generate a risk assessment for the machine and take appropriate measures to ensure that unforeseen movements cannot cause injury or damage to any person or property. Additional requirements on specialist staff may also result from the risk assessment.



CAUTION Hot surface!

The surfaces of the TBM2G motors can be very hot in operation, according to their protection category. Risk of minor burns! The surface temperature can exceed 155°C.

- Measure the temperature and wait until the TBM2G motor has cooled down below 40°C before touching it.



DANGER Earthing! High voltages!

It is vital that you ensure that the TBM2G motor is safely earthed to the PE (protective earth) busbar in the switch cabinet. Risk of electric shock. Without low-resistance earthing, no personal protection can be guaranteed and there is a risk of death from electric shock.

- Not having optical displays does not guarantee an absence of voltage. Power connections may carry voltage even if the rotor is not rotating.
- Do not unplug any connectors during operation. There is a risk of death or severe injury from touching exposed contacts. Power connections may be live even when the rotor is not rotating. This can cause flashovers with resulting injuries to persons and damage to the contacts.
- After disconnecting the servo drive from the supply voltage, wait several minutes before touching any components which are normally live (e.g. contacts, screw connections) or opening any connections.
- The capacitors in the servo drive can still carry a dangerous voltage several minutes after switching off the supply voltages. To ensure safety, measure the DC-link voltage and wait until the voltage has fallen below 60 V.

Use as Directed (“Intended Use”)

- The user is only permitted to operate the motors under the ambient conditions which are defined in this documentation.
- The series of motors is exclusively intended to be driven by servo drives.
- The motors are installed as components in electrical apparatus or machines and can only be commissioned and put into operation as integral components of such apparatus or machines.
- The End User assumes responsibility for machine conformity.

1.1.6 Prohibited Use

The use of the motors in the following environments is prohibited, without consulting Kollmorgen Customer Support:

- potentially explosive areas
- environments with corrosive and/or electrically conductive acids, alkaline solutions, oils, vapors, dusts
- vacuum
- directly on supply networks, mains

Commissioning the motor is prohibited if the machine in which it was installed

- does not meet the requirements of the EC Machinery Directive
- does not comply with the EMC Directive
- does not comply with the Low Voltage Directive

1.1.7 Model Nomenclature

TBM2G - 060 08 A - N N A A - 00

Frame Size

050	50 mm OD
060	60 mm OD
068	68 mm OD
076	76 mm OD
085	85 mm OD
094	94 mm OD
115	115 mm OD

Stack Length

08	8.2 mm Stack
13	12.7 mm Stack
26	26.3 mm Stack

Winding

A to Z

Custom Options

00	Standard
01, 02, 03...	Special

Field Options

A	Standard
S	Special

Connection Options

A	0.5 m Length
N	No Leads
S	Special

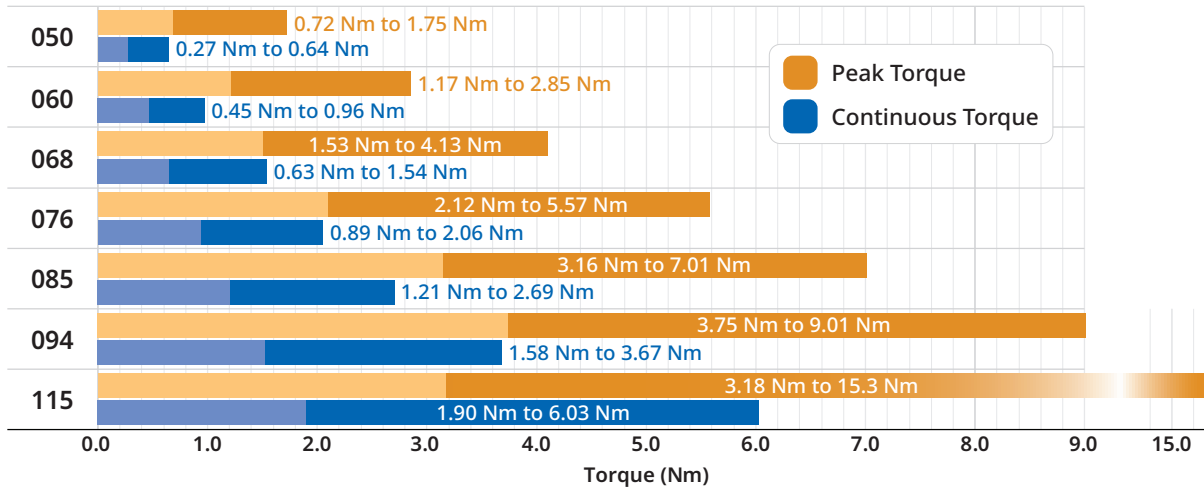
Sensor Options

A	Hall Device Sensor (alt. loc.) Not available on 050 Frame
H	Hall Device Sensor
N	No Halls
S	Special

Thermal Device

A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device
S	Special

1.1.8 Torque Overview



1.1.9 Component Material Drawing



1. Yoke
 - Material: 400 Series Stainless Steel
2. Ring Magnet
 - Material: NdFeB (Neodymium)
 - Coating: Epoxy
3. Printed Circuit Board (PCB)
4. Coil
 - Material: Copper
 - Coating: Varnish
5. End Insulators
 - Material: Polymer Resin
6. Power Leads
7. Lamination Stack
 - Material: Electrical Steel
8. Optional Thermal Devices (mounted underneath PCB)
 - PT1000
 - PTC Avalanche (3 in series)
9. Optional Hall Sensors (mounted underneath PCB)
 - Allegro A1260

1.2 Storage, Operation and Transport Guidelines

1.2.1 Storage

Climate Category	1K4 according to IEC 60721-3-1, EN61800-2.
Storage Temperature	-25 to +55°C, max. variation 20°K per hour
Humidity	relative humidity 5% - 95%, no condensation
Storage Time	unlimited

NOTE

Only store motors in the manufacturer's original packaging.

1.2.2 Operation

Ambient Temperature (at rated values)	-20 to +40°C for site altitude up to 1000 m amsl
Permissible Humidity (at rated values)	95% relative humidity, no condensation
Power Derating (currents and torques)	No derating for site altitudes above 1000 m amsl with temperature reduction of 10°K per 1000 m. It must be ensured, that winding temperature doesn't exceed 155°C.

1.2.3 Transport

Climate Category	2K3 according to IEC 60721-3-2, EN61800-2
Storage Temperature	-25 to +70°C, max. variation 20°K/hour
Humidity	relative humidity 5% - 95%, no condensation

NOTE

Avoid shocks. If the packaging is damaged, check the motor parts for visible damage. Inform the carrier and, if appropriate, the manufacturer.

1.2.4 Unpacking

The Stator and Rotor set is typically shipped together in a single or bulk package. Custom bulk packaging is available as a special option. The Rotor and Stator are separated from each other by packing material so not to impact each other due to the strong magnetic forces. Care in unpacking should be taken to keep the parts separated and to keep the highly magnetized rotor from impacting other objects.

The Stator may contain hall sensor devices if requested. These devices are susceptible to static electricity damage. ESD bags are used in shipping Stators with hall devices. During unpacking, care should be taken to continue ESD protection.

1.3 Mounting and Installation Guidelines

① IMPORTANT

The recommendations included in this Kollmorgen manual are intended to serve as general installation guidelines, and are for reference purposes only. Kollmorgen assumes no responsibility for incorrect implementation of these techniques, which remain the sole responsibility of the user.

1.3.1 Armature and Field Assembly Definitions

Armature Assembly (Stator)

The Armature Assembly is the stationary portion of the frameless motor. This assembly is comprised of the magnetic steel laminations, coils, and lead wire assembly. It may also contain additional options such as Hall Devices or Thermal Sensors.

Field Assembly (Rotor)

The Field Assembly is the moving portion of the frameless motor. This assembly is comprised of a rare-earth ring magnet and yoke ring.

Frameless Motor (Set)

A motor manufactured and shipped as separate parts: stator and rotor. The individual parts must be assembled into an end user fabricated housing, shaft, and bearing system.

1.3.2 User Interface Responsibilities

To ensure proper performance and reliability of the motor when installed in the system, the user is responsible for designing the mounting interface using the following information as a guideline. The user is responsible for designing the rotor shaft, stator enclosure, bearing system, housing design details, material selection, fit calculations and tolerance analysis based on the needs of the intended application.

1.3.2.1 Bearings

The user-supplied bearing system in the motor application must exhibit sufficient stiffness to maintain a rigid, uniform clearance gap between the rotor and the stator under all operating conditions. Uniform clearance includes limits for runout and concentricity between the rotor and stator.

1.3.2.2 Stator Mounting Materials

A metallic housing or clamp structure is suggested to rigidly mount the stator to assure the best conductive heatsinking path and proper structural integrity. Aluminum alloys are preferred due to their superior thermal conductivity and strength-to-weight ratio, although stainless steel alloys (300 series or equivalent) are an acceptable alternative for applications that are less thermally critical. Carbon steel, cast iron, 400 series stainless alloys and other magnetic flux conducting ferrous metals are the least desirable choices for stator mounting. Consult a Kollmorgen engineer for assistance if such metals must be used. Plastics or other similar thermally isolating materials are not recommended, since they adversely affect the heatsinking capacity of the system, making it necessary to significantly derate the motor's performance.

1.3.2.3 Rotor Mounting Materials

The magnetized rotor may be mounted to any metallic shaft of the user's choice. Carbon steel and stainless steel are the most commonly used shaft materials, although aluminum alloys are occasionally used when properly designed for the intended torque and thermal operating range. The method used to attach the rotor to the shaft may influence the optimum material and tolerance choices for the shaft. The shaft does not need to carry flux or function as a portion of the magnetic circuit to achieve rated performance when using a Kollmorgen brushless motor.

1.3.2.4 Grounding



When mounted in the application, the laminated stack (or bare metal outer sleeve) of the stator should be at the same electrical ground potential as the system chassis and the servo drive chassis. If this common ground path is not ensured, the application may exhibit electrical noise, and also create an electrical shock hazard. The risk of shock is particularly prevalent when using high pole-count motors with large capacitance characteristics. Typically, if the stator is mounted using electrically conductive metallic components, then a robust ground path between stator lamination stack and machine chassis is inherently achieved. Kollmorgen recommends performing a continuity check to confirm proper ground path before enabling the motor system. In some applications, depending on the mounting configuration and materials chosen, a separate conductive ground strap may be required. In such cases, the user is responsible for installation of the ground path and electrical verification.

1.3.2.5 Basic Assembly Instructions



Kollmorgen’s TBM2G series and other frameless brushless motors utilize high-performance rare earth magnets. Use extreme caution when handling or transporting to avoid injury and product damage. The attractive forces between magnetized rotors and nearby metallic objects can be extremely powerful. Improper handling can result in sudden unexpected impacts. The strong magnetic field can also damage nearby computers, display screens and memory storage devices. Keep the rotor in its shipping container or wrapped protectively until ready to install. This practice will help avoid accidents and prevent contamination such as metallic chips or debris that tend to cling to the magnets.

Below is a generic assembly process that can be followed when inserting a Rotor (Field Assembly) into a Stator (Armature Assembly)

- 1. Securely mount the customer-supplied housing on a stable surface to prevent any sudden movements.
- 2. Slide the stator into the housing and secure it by either bonding or clamping the stator as shown in Stator Mounting Practices.
- 3. Slide the rotor onto the customer-supplied shaft and secure it by either bonding or clamping the rotor as shown in Rotor Mounting Practices.

CAUTION

Rare earth magnets are susceptible to cracking and chipping. Take care not to drop the magnets and to avoid impacts with other surfaces when mounting the rotor onto the shaft.

- 4. Prior to inserting the Rotor/Shaft Assembly into the Stator/Housing Assembly, Kollmorgen recommends first installing a thin layer of shim material, such as Mylar® film, in the stator’s inner bore.
 - The Mylar film can be installed as a single piece that is wrapped entirely around the circumference of the stator bore or multiple pieces may be inserted axially at equally spaced points. The optimum film thickness and number of shim layers required is dependent upon the gap clearance between the rotor and stator for the specific motor size the user is attempting to install. See the Radial Running Clearance chart below for guidance.

CAUTION

The outer surface of the rotor may stick to the nearest point on the inner bore of the stator due to magnetic attractive forces as the user attempts to install the rotor. The resulting friction as the Rotor slides along the inside of the Stator can potentially damage the Rotor band, magnets, coatings, or stator bore surfaces.

- 5. Insert the rotor slowly and smoothly along the central axis line to position the rotor inside the stator. This can be done by hand or by using a custom installation fixture.
- 6. Install bearings onto rotor assembly as needed to maintain shaft alignment prior to removing shims.
- 7. Remove the shim material from the airgap between the rotor and stator prior to operation.

Typical Radial Running Clearance

		TBM2G Frame Size						
		050	060	068	076	085	094	115
Nominal Mechanical Gap	mm	0.26	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.40
	in.	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.016
Concentricity requirements noted on each model-specific Kollmorgen outline drawing must be considered by the user. Bearings with the lowest possible friction and high quality lubricant should be chosen to minimize overall system friction, which allows optimal motor operation.								

1.3.3 Stator Mounting Practices

Kollmorgen suggests the following options for installation of the motor stator depending on torque, vibration, and the thermal characteristics of the application, as well as cost, ease of assembly and serviceability desired by the user.

1.3.3.1 Stator Bonding

NOTE

Stator and housing surfaces should be cleaned thoroughly prior to bonding to ensure good adhesion. Reference the data sheet of the adhesive being used for cleaning techniques based on housing material.

In most cases, motors in the general peak torque range up to 2,400 Nm may have the stator bonded in place using a structural epoxy, such as 3M™ Scotch-Weld™ 2214 or other similar adhesives. Bonding is a preferred permanent installation technique for all TBM2G stators. As shown in Illustrations of Stator Bonding below, to successfully utilize adhesive bonding, the stator enclosure should be designed as a cylindrical cup, with a small shoulder for axial positioning at one end and open at the opposite end. The shoulder serves as a stop point for the stator to bank against when inserted from the open end and should generally clear the maximum outer diameter of the winding end-turn as indicated on the outline drawing. Corner reliefs are required to accommodate the sharp corners of the stator laminations. A small internal chamfer at the open end of the housing cup simplifies stator insertion. If the assembly procedure is performed with the stator housing lying flat [rotation axis vertical], the hydrostatic pressure of the structural adhesive will assist the stator in self-centering within the stator housing.

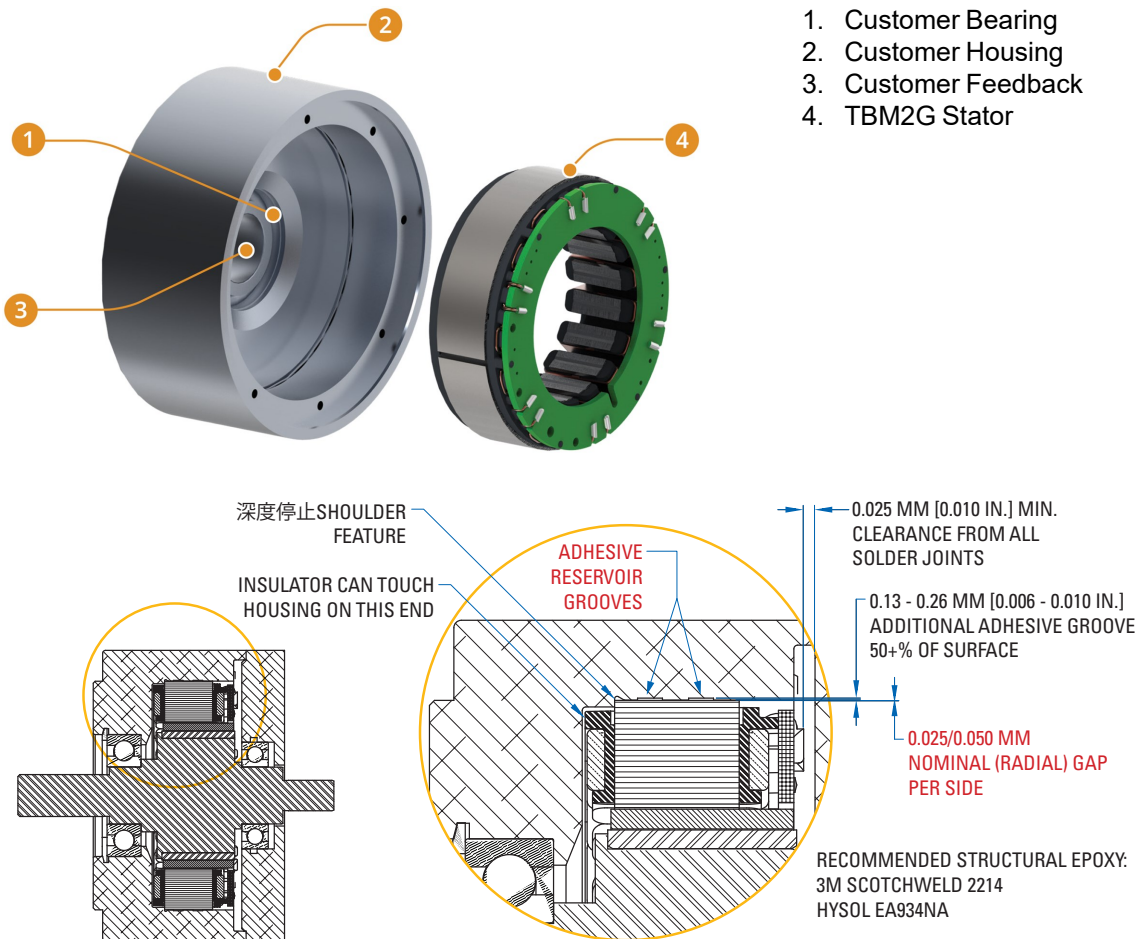


Figure 4-1: Illustrations of Stator Bonding

Temperature extremes can create a potential issue due to dissimilar expansion coefficients [e.g. steel laminations vs. aluminum housing]. The user should consult the adhesive manufacturer for proper bond line thickness, application process and curing instructions. The grooves shown in the inner diameter of the housing in

the Illustrations of Stator Bonding are intended to serve as adhesive reservoirs for the thick structural epoxy helping to provide significant torsional strength across a broad temperature range. If using a thick structural epoxy, the inner diameter of the housing cup should be approximately 0.05 mm - 0.1 mm larger than the maximum outer diameter of the stator. When used in the manufacturer's recommended manner, these bonding agents provide excellent life and strength characteristics over time.

If a retaining compound, such as LOCTITE® 640™ or other similar adhesive, is preferred instead of a structural epoxy, a tighter clearance between housing inner diameter and stator outer diameter must be controlled to maintain appropriate bond line thickness. Refer to the adhesive manufacturer's guidelines for recommendations.

NOTICE

User assumes responsibility for selecting proper adhesive and for designing housing dimensions per expected thermal growth rate at intended temperature extremes of application. Adhesive cure temperatures should not exceed 155°C to avoid damaging the motor stator.

1.3.3.2 Stator Clamping

For applications where the stator may need to be repeatedly installed and removed from the system, axial clamping may be an acceptable option. Kollmorgen does not generally recommend this technique for high shock and vibration applications or extreme temperature applications without special design consideration. The stator enclosure shown in the illustration below is very similar to the epoxy bonding technique. When using the clamping technique for mounting the stator, the inner diameter of the housing cup should be approximately 0.025 mm – 0.050 mm larger than the maximum outer diameter of the stator. If desired, the small radial space between the stator outer diameter and the housing inner diameter may be filled with a thermal compound for more efficient conduction to the heatsink.

NOTE

Use caution to avoid contaminating the axial clamping surfaces with greases that may lead to reduced clamping friction.

A machined shoulder feature serving as a stop and location point for the stator to bank against when inserted is required. A separate clamp ring is needed at the opposite end of the stator and bolted to the housing with 4 to 12 equally spaced fasteners. Using the dimensions provided on the Outline drawing, maximize the surface area for clamping. This minimizes the clamping stress on the stator. Design the housing bore depth to ensure that the clamping ring contacts the stator core before contacting the housing at all tolerance and temperature conditions. Clamping on housing surface before the stator will result in insufficient clamping forces. See the Outline drawing for stator tolerances. Clamping pressures are dependent upon the surface area and clamping force. The clamping pressure should be in the range of 5 to 20 Mpa (725 psi to 2900 psi). Care should be taken to avoid excessive clamping pressures. Extreme pressures will result in increased core losses when operating at high rotational speeds. Care should also be taken to ensure sufficient preload on clamping bolts. This along with a removable thread locker will help keep clamping bolts from loosening after extended operation.

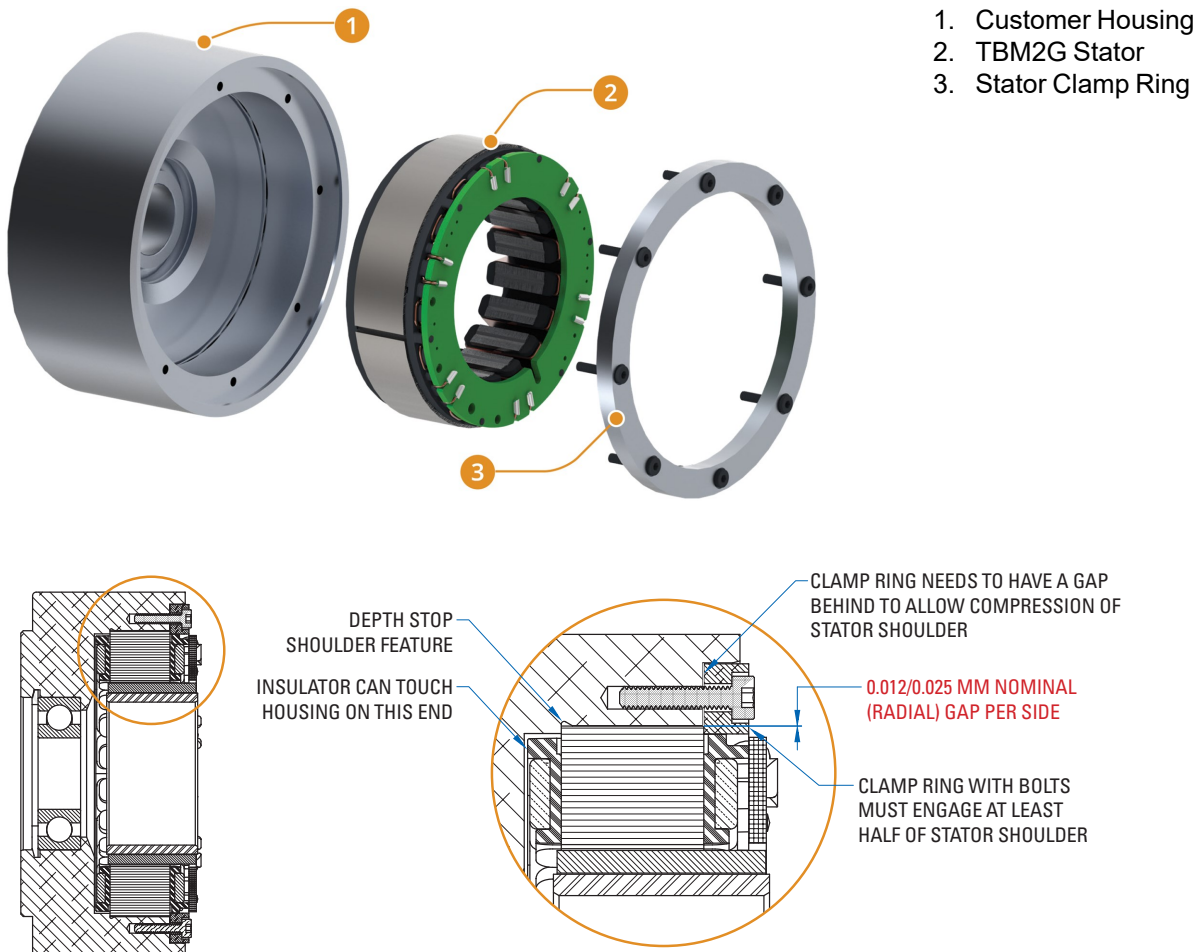


Figure 4-2: Illustrations of Stator Clamping

1.3.4 Rotor Mounting Practices



Kollmorgen's TBM2G series and other frameless brushless motors utilize high-performance rare earth magnets. Use extreme caution when handling or transporting to avoid injury and product damage. The attractive forces between magnetized rotors and nearby metallic objects can be extremely powerful. Improper handling can result in sudden unexpected impacts. The strong magnetic field can also damage nearby computers, display screens and memory storage devices. Keep the rotor in its shipping container or wrapped protectively until ready to install. This practice will help avoid accidents and prevent contamination such as metallic chips or debris that tend to cling to the magnets.

1.3.4.1 Control of Radial Runout



Kollmorgen's model-specific outline drawings note a mounting requirement for runout of the rotor ID to the stator OD. This callout is intended to represent the users shaft OD to housing ID runout requirements. The user is responsible for designing the shaft, housing, and bearing system to meet the specified runout limit between the shaft's bonding surface OD and the housing's bonding surface ID. If this is followed the overall concentricity of the rotor OD to stator ID should be acceptable.

1.3.4.2 Rotor Bonding

NOTE

Stator and housing surfaces should be cleaned thoroughly prior to bonding to ensure good adhesion. Reference the data sheet of the adhesive being used for cleaning techniques based on the housing material.

Generally, for applications where peak torque does not exceed 750 Nm, rotors can be bonded to carbon steel or stainless-steel shafts. Retaining compounds, such as LOCTITE® 640™ or other similar adhesives, usually require smooth continuous interface diameters and tight fit tolerances, such as nominal gaps of 0.012 mm - 0.025 mm. Structural epoxies generally require slightly larger fit clearance to allow a thicker bond line. Epoxies often benefit from grooves in the shaft/rotor interface that function as adhesive reservoirs and may be enhanced by textured machined surfaces via knurling or grit blasting. Consult the adhesive manufacturer for proper bond line thickness, fit tolerances, process details and curing guidelines.

To avoid partial demagnetization of the rotor, do not cure rotor/shaft bond joints at temperatures above 110°C unless the rotor is nested inside the matching stator or the rotor is completely surrounded by a ferrous metal "keeper" fixture. Contact a Kollmorgen engineer if more information is required on this topic. Before bonding rotors to aluminum shafts, consult with the adhesive manufacturer for assistance. A highly flexible adhesive with broad thermal properties may be required.

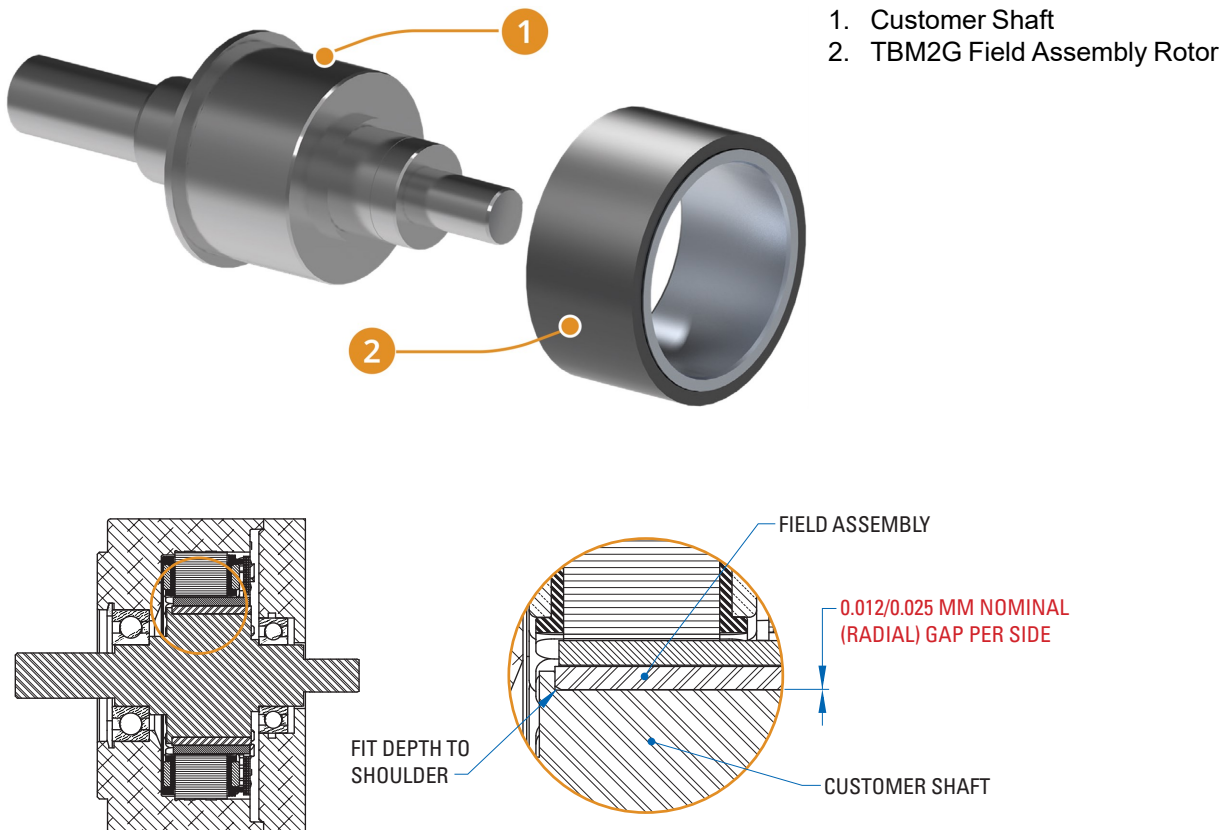


Figure 4-3: Illustrations of Rotor Bonding

1.3.5 Axial Mounting Practices

1.3.5.1 Axial Alignment Control

Kollmorgen's model-specific outline drawings note axial alignment that must be maintained between rotor and stator when mounted to ensure proper motor performance. The user is responsible for designing the rotor shaft, stator enclosure and bearing system to achieve the specified mounting alignment. Machined shoulders on the shaft or grooves for removable retaining rings are common ways of controlling rotor installation position. Maximum diameter of retaining rings or shaft shoulders should be kept below the rotor diameter where magnets are bonded to the steel hub.

1.3.6 Axial Mounting

To assure full performance and proper triggering of the Hall devices, Kollmorgen specifies a mounting dimension between the edge of the lamination stack and the edge of the yoke ring ["Illustration of mounting dimension displayed on a TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline. This dimension is measured from the left edge of the lamination stack to the left edge of the yoke material (not magnet)." (→ p. 29)].

This mounting dimension ensures magnet material will be fully covering the lamination stack and extends axially to trigger the Hall devices, if applicable.

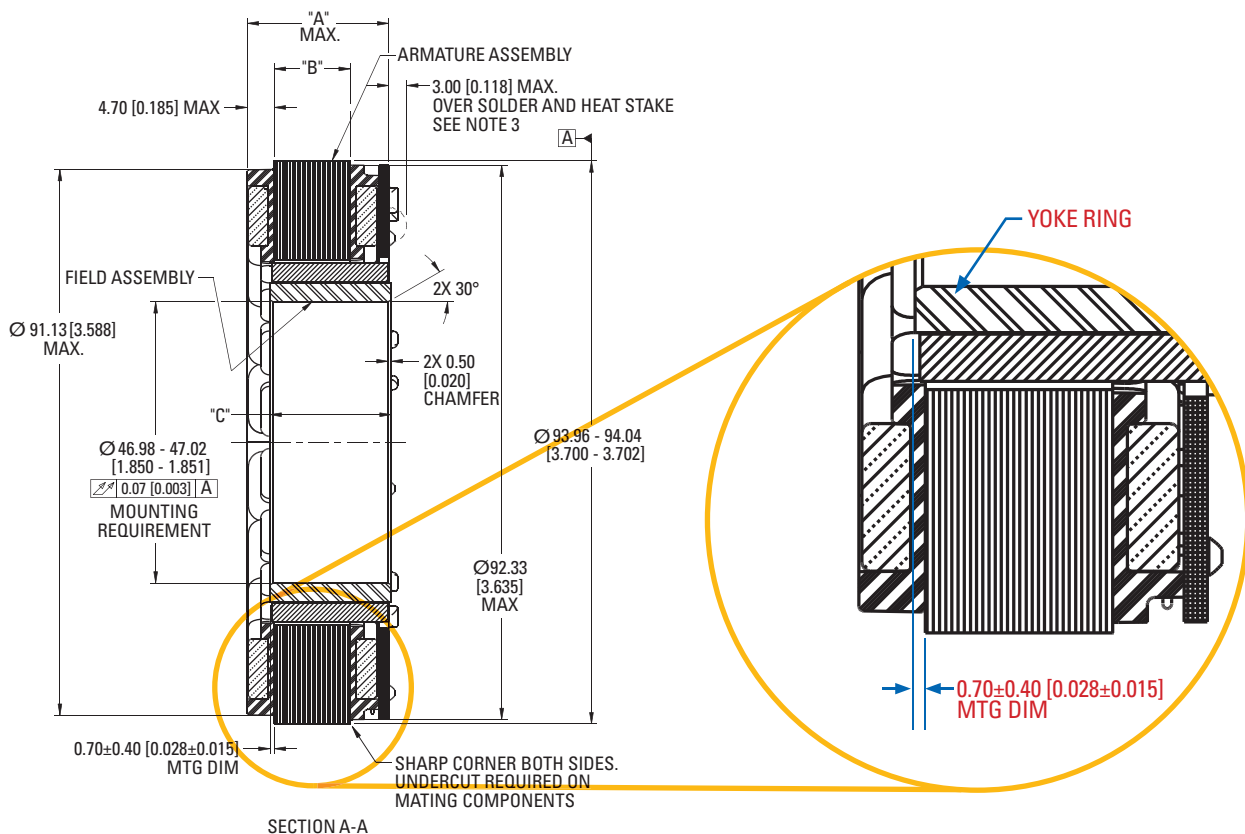


Figure 4-4: Illustration of mounting dimension displayed on a TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline. This dimension is measured from the left edge of the lamination stack to the left edge of the yoke material (not magnet).

If you wish to establish the Alternate Mounting Dimension from the other side of the lamination stack, then the nominal value can be calculated using a few parameters from the drawing. In order to calculate the nominal value from the right edge of the lamination stack to the right edge of the yoke material, use the equation below:

$$\text{Alternate Mounting Dimension (mm, nominal)} = "C" - "B" - 0.70 \text{ mm}$$

To provide an example of calculating the Alternate Mounting Dimension we will use:

- The dimensions for TBM2G-06813-00 from the TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline in "Illustration of mounting dimension displayed on a TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline. This dimension is measured from the left edge of the lamination stack to the left edge of the yoke material (not magnet)." (→ p. 29).
- The equation for Alternate Mounting Dimension.
- A table from the TBM2G-068 Outline that gives the values for "B" and "C", shown in "Table for values "A" MAX, "B" and "C" taken from the TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline." (→ p. 30).

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Figure 4-5: Table for values "A" MAX, "B" and "C" taken from the TBM2G-068XXX-XXXX-00 Outline.

Example:

For TBM2G-06813-00, "B" = 12.7 mm nominal and "C" = 19.26 mm nominal. The original mounting dimension, 0.70 mm nominal, is already given in the Outline. Using our equation, we now calculate the following:

$$\text{Alternate Mounting Dimension (mm)} = 19.26 \text{ mm} - 12.7 \text{ mm} - 0.70 \text{ mm} = 5.86 \text{ mm nominal}$$

1.3.7 Electrical Wiring Interface

1.3.7.1 Wiring

TBM2G series motors can be supplied with UL-compliant un-terminated flying lead wires. The user is responsible for proper lead wire routing and connection per the diagrams shown on Kollmorgen drawings. Avoid routing wires across sharp corners, pinch points or edges that may pierce the insulation. Clamp or otherwise secure wire bundles in high vibration applications and avoid wire contact with moving or vibrating surfaces that may abrade the insulation. Provide strain relief for all wire bundles and allow room for a generous bend radius. User assumes responsibility for connector installation, crimping, soldering, shielding, sleeving or any other wire bundling or electrical interface enhancement beyond the configuration shown on the TBM2G outline drawing.

1.3.7.2 Lead Wire Requirements (no lead option)

Recommendations/Guidelines to soldering lead wire onto pad.

1.3.7.3 Power Leads General Specifications and Wiring

POWER LEAD GENERAL SPECIFICATIONS

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	3 flying leads						
Length, mm*	500						
Wire Gauge, AWG	20	20	20	18	16	14	14
Nominal Insulation Diameter, mm	1.47	1.47	1.47	1.70	1.98	2.26	2.26
Min. Static Bend Radius, mm	7.37	7.37	7.37	8.51	9.91	11.3	11.3

*Optional No Lead Version (solder pad only)

POWER LEAD ELECTRICAL INTERFACE

Color	Function (alt)
Red	Phase U (A)
White	Phase V (B)
Black	Phase W (C)

POWER LEADS EXCITATION CHART			
STEP	Phase "U" Red	Phase "V" White	Phase "W" Black
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

CW rotation viewed from PCB/Lead Exit End

1.3.7.4 Thermal Device General Specifications and Wiring

To provide for continuous safe operation of TBM2G series motors in demanding applications, integral thermistors may be attached to the PCBA. The typical option for TBM2G is a PT1000 RTD. As an alternative, three PTC devices wired in series with one placed in each phase winding provides protection of each phase.

THERMAL LEAD GENERAL SPECIFICATIONS

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	2 flying leads						
Length, mm*	500						
Wire Gauge, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Nominal Insulation Diameter, mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Min. Static Bend Radius, mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*Optional No Lead Version (solder pad only)

THERMAL LEAD ELECTRICAL INTERFACE

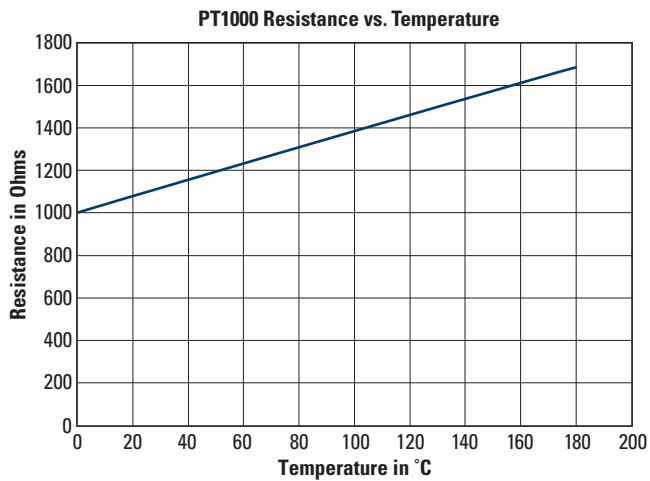
Color	Function (alt.)
White	Thermal Sensor +
White	Thermal Sensor -

1.3.7.4.1 Thermal Protection

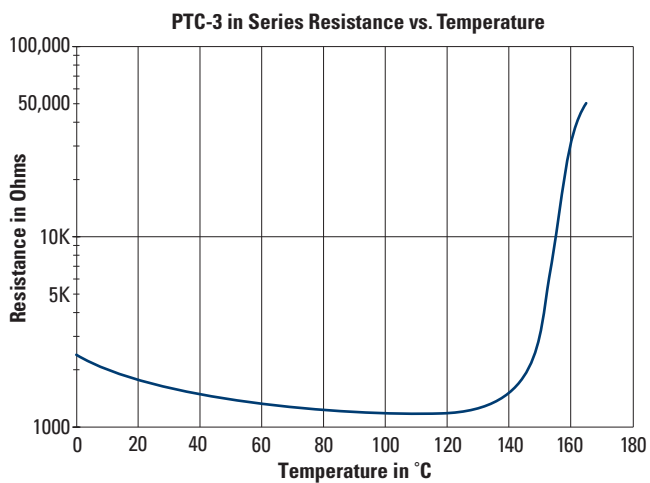
There are two methods for thermal protection for continuous operation. The first method allows for continuous measurement of the motor's temperature by using a PT1000. The motor's temperature is determined by measuring the resistance of the of the PT1000 per IEC-60751 (see chart below). Since only one device can be used, this method can only monitor one of the motor phases. Therefore, it is not recommended for applications where the motor will be in a stall condition for an extended period.

The second method uses three avalanche PTC in series. There is one PTC to monitor each of the three phases to make sure none of the phases exceeds the rated temperature of the motor. This option should be chosen if the motor is in a stall condition for an extended period of time. During normal operation the resistance of the devices will be under 1,500 ohms. When one phase reaches the 155°C the resistance increases rapidly and will exceed > 7,000 ohms.

Neither of these methods protect the motor from overheating when current above the continuous rating is applied. The thermal devices cannot react fast enough to account for the rate of change in temperature that happens when applying peak current. The drive needs to limit the time the peak current is applied to the motor to prevent it from overheating.



This option only has the PT1000 in series and will give the same output as shown on the graph above.



This option has three PTC in series in three different phases. If one of the phases approaches the temperature rating of the motor, the resistance will greatly increase.

1.3.7.5 Hall Sensor Device General Specifications and Wiring

HALL SENSOR GENERAL SPECIFICATIONS

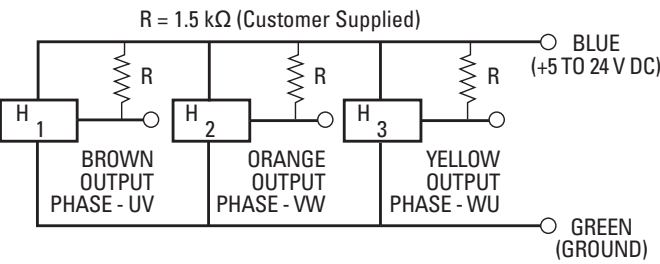
Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	5 flying leads, Allegro A1260						
Input Voltage, VDC	+5 to 24						
Output Signal	Sinking Type						
Length, mm*	500						
Wire Gauge, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Nominal Insulation Diameter, mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Min. Static Bend Radius, mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*Optional No Lead Version (solder pad only)

HALL SENSOR LEAD ELECTRICAL INTERFACE

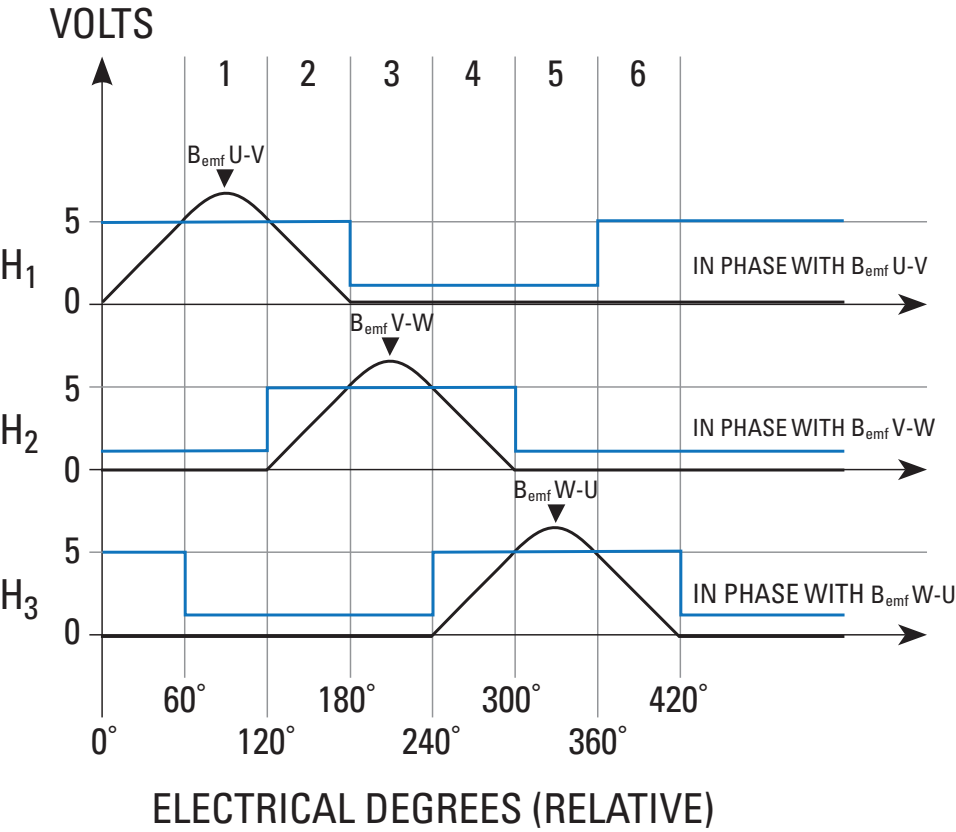
Color	Function (alt)
Brown	Hall 1 (U-V)
Orange	Hall 2 (V-W)
Yellow	Hall 3 (W-U)
Blue	+5 to 24 VDC
Green	Ground

Sensor Wiring Diagram



Sensor Output Diagram

U, V, W phased for CW rotation viewed at PCB/Lead Exit End



1.4 Definition of Terms for Technical Data

Maximum Continuous Stall Torque, T_{mc} [Nm]	The Maximum Continuous Stall Torque can be maintained indefinitely at low speed and rated ambient conditions. There may be additional derating if speed is not high enough to produce even heat distribution across phases. This value assumes an ambient temperature of 25°C.
Maximum Continuous Current, I_{mc} [Arms]	The Maximum Continuous Current is the effective sinusoidal current which the motor draws at low speed to produce the Maximum Continuous Stall Torque.
Maximum Mechanical Speed, N_{max} [rpm]	The Maximum Mechanical Speed is the highest speed achievable by the motor. Limited by mechanical factors such as adhesion strength of magnet bond.
Peak Torque, T_p [Nm]	The Peak Torque can be maintained for brief durations of time, dependent on ambient conditions and overall duty cycle. This value may also be limited based on drive specifications and supply voltage.
Peak Current, I_p [Arms]	The Peak Current of the motor (effective sinusoidal value) is three times the Continuous Current. The actual value is the lessor of the peak current of the motor or the peak current of the drive used.
Rated torque, T_{rtd} [Nm]	The rated torque is produced when the motor is drawing the rated current at the rated speed. The rated torque can be produced indefinitely at the rated speed in continuous operation (N_{rtd}). This value assumes an ambient temperature of 25°C.
Torque Constant, K_t [Nm/Arms]	The Torque Constant defines how much torque is produced by the motor per unit of Current. Measured at both 25°C ambient and 155°C winding temperature.
Back EMF Constant, K_e [Vrms/krpm]	The BEMF Constant defines the induced motor back EMF, as an effective sinusoidal value between two terminals, per 1000 rpm. Measured at both 25°C ambient and 155°C winding temperature.
Motor Constant, K_m [Nm/$\sqrt{W}$]	This constant is typically used to compare motors power density at or near stall. It defines the amount torque the motor can produce with a given amount of power. This value is given with the K_t and resistance at 25°C winding temperature.
Resistance, R_m [Ω]	The Resistance is measured line-to-line and at the PC board. The value does not include the resistance of the motor leads. The resistance value is at 25°C and will increase with winding temperature.
Inductance, L [mH]	The Inductance is measured line-to-line and at the PC board. This is the average inductance for the motor with respect to the rotor position. The value is measured at 25°C winding temperature.
Rotor Moment of Inertia, J_m [kg-cm²]	The Rotor Moment of Inertia factors into angular acceleration capability of your motor. This value pertains only to the standard Field Assembly components (Yoke Ring and Ring Magnet). Customer supplied components will alter the total Inertia.
Static Friction, T_f [Nm]	Static Friction is the torque that must be overcome to get the motor rotating. It is the combination of the low speed hysteresis losses and the peak of the cogging torque. It does not include any bearing losses in the system. This friction should not be included when calculating the rotational losses of the motor at speed.
Thermal Resistance, R_{thw-a} [deg. C/watt]	The Thermal Resistance is a measurement of steady state temperature rise per unit of energy dissipated from losses. This value assumes the TBM2G motor is housed and mounted to an Aluminum heat sink as defined on corresponding CD sheet or its equivalent.

2 Deutsch

2.1 Allgemeines

2.1.1 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch beschreibt die gehäuselosen Motoren TBM2G (Standardversion). Für den Fall, dass die Motoren TBM2G in Antriebssystemen zusammen mit Kollmorgen®-Servoantrieben betrieben werden, beachten Sie bitte die gesamte Systemdokumentation, bestehend aus:

- Installationshandbuch für die Servoantriebe
- Feldbus-Kommunikationshandbuch (z. B. CANopen oder EtherCAT)

Weitere Hintergrundinformationen finden Sie im Developer Network Kollmorgen unter kdn.kollmorgen.com.

2.1.2 Verwendete Abkürzungen

NOTE

- Die Abkürzungen für die technischen Daten finden Sie unter „Begriffsdefinitionen“.
- In diesem Dokument bedeutet die Symbolik (→ # 25): siehe Seite 25.

2.1.3 Verwendete Symbole

Symbol	Bedeutung
 GEFAHR	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tode oder zu schweren, irreversiblen Verletzungen führen wird.
 WARNUNG	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tode oder zu schweren, irreversiblen Verletzungen führen kann.
 VORSICHT	Weist auf eine gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichten Verletzungen führen kann.
NOTICE	Dieses Symbol weist auf eine Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Sachschäden führen kann.
NOTE	Dieses Symbol weist auf wichtige Informationen hin.
	Warnung vor einer Gefahr (allgemein). Die Art der Gefahr wird durch den nebenstehenden Warntext spezifiziert.
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung und deren Wirkung.
	Warnung vor Gefahr durch heiße Oberflächen.
	Warnung vor hängender Last.

2.1.4 Sicherheit

2.1.4.0.1 Sicherheitshinweise



WARNUNG Herzschrittmacher!

Die starken Magnetfelder, die erzeugt werden, solange der Magnetrotor nicht installiert ist, stellen eine Gefahr für Personen mit Implantaten, wie z. B. Herzschrittmachern, dar, die durch Magnetfelder beeinflusst werden können. Generell gilt, dass alle Personen, die durch den Einfluss starker Magnetfelder gesundheitliche Beeinträchtigungen erleiden können, einen Sicherheitsabstand von mindestens 1 Meter zum Rotor einhalten müssen.



VORSICHT Magnetfeld!

Die starken Magnetfelder, die erzeugt werden, stellen eine Gefahr für Personen mit Implantaten dar, die durch Magnetfelder beeinflusst werden können. Generell gilt, dass alle Personen, die durch den Einfluss starker Magnetfelder gesundheitliche Beeinträchtigungen erleiden können, einen Sicherheitsabstand von mindestens 1 Meter zum Motor einhalten müssen.

Für Arbeiten wie den Transport und die Installation, Inbetriebnahme und Wartung des Geräts dürfen nur entsprechend qualifizierte Personen eingesetzt werden. Qualifiziertes Personal sind Personen, die mit dem Transport, Zusammenbau, der Installation, Inbetriebnahme und dem Betrieb des Motors vertraut sind und die über eine entsprechende berufliche Qualifikation verfügen. Qualifiziertes Personal muss die folgenden Normen und Richtlinien kennen und beachten: IEC 60364, 60662 und nationale Unfallverhütungsvorschriften. Die in diesem Dokument enthaltenen Empfehlungen sind als allgemeine Installationshinweise gedacht und dienen zu Referenzzwecken.

Kollmorgen übernimmt keine Verantwortung für die fehlerhafte Anwendung dieser Techniken, die in der alleinigen Verantwortung des Benutzers liegen.



VORSICHT Handschuhe tragen!

Tragen Sie bei Arbeiten am Motor immer Handschuhe.

Lesen Sie vor der Montage und Inbetriebnahme die vorliegende Dokumentation. Ein unsachgemäßer Umgang mit den Motorkomponenten kann zu Verletzungen und Schäden an Personen und Geräten führen. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Sie den Rotor in den Stator des Motors einbauen. Möglicherweise sind Werkzeuge oder Vorrichtungen erforderlich.



VORSICHT Magnetfeld!

Starke Magnetfelder ziehen metallische Gegenstände an und stellen ein potenzielles Sicherheitsrisiko für Hände und Finger dar. Achten Sie bei Arbeiten an oder in der Nähe von Motoren TBM2G darauf, dass mindestens zwei fein zugespitzte Keile aus zähem, nichtmagnetischem Material – z. B. V2A – (mit einem Keilwinkel von ca. 10°–15°) und ein nichtmetallischer Hammer (ca. 3 kg) zur Hand sind. Im Notfall können Sie diese Werkzeuge dann verwenden, um Objekte zu lösen, die magnetisch an den Magnetrotor gebunden sind (zum Beispiel, um eingeklemmte Körperteile zu befreien).

Halten Sie Uhren und magnetische Datenträger (Kreditkarten, Disketten usw.) sowie digitale Displays (Mobiltelefone, Laptops usw.) aus der unmittelbaren Nähe (<500 mm) des Motors TBM2G fern. Wegen der hohen Anziehungskräfte müssen Sie in einem Bereich von etwa 50 mm um den Magnetrotor besonders vorsichtig sein. Innerhalb dieses Bereichs dürfen schwere (>1 kg) oder großflächige (>1 dm²) Gegenstände aus Stahl oder Eisen nicht in der Hand gehalten werden.

Der Rotor darf niemals in unverpacktem Zustand gelagert werden. Verwenden Sie nichtmagnetisches Verpackungsmaterial mit einer Stärke von mindestens 20 mm. Der Lagerort muss trocken und vor Hitze geschützt sein. Setzen Sie den Motorrotor nicht einer Hitze von mehr als 110 °C aus, es sei denn, er ist im Inneren des Stators installiert. Temperaturen über 110 °C können die Rotormagnete entmagnetisieren.

Stellen Sie Warnschilder auf, wo die Motoren gelagert werden: **Vorsicht: STARKE MAGNETE**

Bringen Sie gut sichtbare Warnschilder (z. B. permanente selbstklebende Etiketten) an der Maschine an. **Vorsicht: Die Antriebe dieser Maschine sind mit starken Magneten ausgestattet. STARKE MAGNETFELDER + HOHE ANZIEHUNGSKRÄFTE!**



GEFAHR Erdung! Hohe Spannungen!

Es muss unbedingt sichergestellt werden, dass die metallischen Teile des Motorstators ordnungsgemäß mit der PE-Sammelschiene (Schutzerde) im Schaltschrank verbunden und somit geerdet sind. Die Sicherheit des Personals kann ohne eine niederohmige Schutzerde nicht gewährleistet werden. Ausführlichere Informationen finden Sie im Abschnitt „Erdung“ in den Montage- und Installationshinweisen in dieser Dokumentation.

Leistungsanschlüsse können auch bei bewegungslosem Motor unter Spannung stehen.

Lösen Sie niemals die elektrischen Verbindungen zum Motor, während Spannung anliegt. In ungünstigen Fällen kann es zu Lichtbögen kommen, die zu Verletzungen und Schäden an Personen und Geräten führen können.

2.1.5 Wichtiger Hinweis

Fachpersonal erforderlich

Für Arbeiten wie Transport, Installation, Inbetriebnahme und Instandhaltung darf nur qualifiziertes Personal eingesetzt werden. Qualifiziertes Fachpersonal sind Personen, die mit dem Transport, der Installation, der Montage, der Inbetriebnahme und dem Betrieb von Motoren vertraut sind und ihre jeweiligen Mindestqualifikationen einbringen:

- **Transport:** nur durch Personal mit Kenntnissen in der Behandlung elektrostatisch empfindlicher Bauteile.
- **Mechanische Installation:** nur durch Fachleute mit maschinenbautechnischer Ausbildung.
- **Elektrische Installation:** nur durch Fachleute mit elektrotechnischer Ausbildung.
- **Inbetriebnahme:** nur durch Fachleute mit weitreichenden Kenntnissen in den Bereichen Elektrotechnik/Antriebstechnik.

Das Fachpersonal muss ebenfalls IEC 60364/IEC 60664 und nationale Unfallverhütungsvorschriften kennen und beachten.

Dokumentation lesen

Lesen Sie vor der Montage und Inbetriebnahme die vorliegende Dokumentation. Unsachgemäße Handhabung des Stators/Rotors kann zu Personen- oder Sachschäden führen. Der Betreiber muss daher sicherstellen, dass alle mit Arbeiten am gehäuselosen Motor betrauten Personen das Handbuch gelesen und verstanden haben und dass die Sicherheitshinweise in diesem Handbuch beachtet werden.

Technische Daten beachten

Halten Sie die technischen Daten und die Angaben zu den Anschlussbedingungen ein (elektrische Nennwerte in Technical Data). Werden zulässige Spannungs- oder Stromwerte überschritten, können die gehäuselosen Motoren z. B. durch Überhitzung beschädigt werden.

Erstellen Sie eine Risikobeurteilung.

Der Hersteller der Maschine muss eine Risikobeurteilung für die Maschine erstellen und geeignete Maßnahmen treffen, dass unvorhergesehene Bewegungen nicht zu Verletzungen oder Sachschäden führen können. Aus der Risikobeurteilung leiten sich eventuell weitere Anforderungen an das Fachpersonal ab.



VORSICHT Heiße Oberfläche!

Die Oberflächen der Motoren TBM2G können im Betrieb je nach Schutzart sehr heiß werden. Gefahr leichter Verbrennungen! Die Oberflächentemperatur kann 155 °C überschreiten.

- Messen Sie die Temperatur und warten Sie, bis der Motor TBM2G unter 40 °C abgekühlt ist, bevor Sie ihn berühren.



GEFAHR Erdung! Hohe Spannungen!

Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Motor TBM2G sicher mit der PE-Sammelschiene im Schaltschrank verbunden und somit geerdet ist. Gefahr durch elektrischen Schlag. Ohne niederohmige Erdung ist keine personelle Sicherheit gewährleistet und es besteht Lebensgefahr durch elektrischen Schlag.

- Das Fehlen von optische Anzeigen gewährleisten nicht die Spannungsfreiheit. Leistungsanschlüsse können Spannung führen, auch wenn sich der Rotor nicht dreht.
- Ziehen Sie keine Stecker während des Betriebs. Es besteht die Gefahr von Tod oder schweren gesundheitlichen Schäden beim Berühren freiliegender Kontakte. Leistungsanschlüsse können Spannung führen, auch wenn sich der Rotor nicht dreht. In ungünstigen Fällen können Lichtbögen entstehen und Personen und Kontakte schädigen.
- Warten Sie nach dem Trennen des Servoantriebs von der Versorgungsspannung einige Minuten, bevor Sie spannungsführende Komponenten (z. B. Kontakte, Schraubverbindungen) berühren oder Anschlüsse öffnen.
- Die Kondensatoren im Servoantrieb können auch einige Minuten nach dem Abschalten der Versorgungsspannungen noch eine gefährliche Spannung führen. Messen Sie zur Gewährleistung der Sicherheit die DC-Zwischenkreisspannung und warten Sie, bis die Spannung unter 60 V abgesunken ist.

Nur bestimmungsgemäß verwenden („Bestimmungsgemäße Verwendung“)

- Der Anwender darf die Motoren nur unter den in dieser Dokumentation definierten Umgebungsbedingungen betreiben.
- Diese Motorensérie wurde ausschließlich für den Antrieb durch Servoantriebe vorgesehen.
- Die Motoren werden als Bauteile in elektrische Anlagen oder Maschinen eingebaut und dürfen nur als integrierte Bauteile der Anlage in Betrieb genommen werden.
- Der Endbenutzer übernimmt die Verantwortung für die Konformität der Maschine.

2.1.6 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Die Verwendung der Motoren in den folgenden Umgebungen ist ohne Rücksprache mit dem Kundensupport von Kollmorgen verboten:

- explosionsgefährdete Bereiche,
- Umgebungen mit korrosiven und/oder elektrisch leitenden Säuren, alkalischen Lösungen, Ölen, Dämpfen und Staub,
- Vakuum,
- direkt am Stromnetz.

Die Inbetriebnahme des Motors ist untersagt, wenn die Maschine, in die er eingebaut wurde,

- nicht den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie entspricht,
- nicht die Bestimmung der EMV-Richtlinie erfüllt,
- nicht die Bestimmung der Niederspannungsrichtlinie erfüllt.

2.1.7 Modellnomenklatur

TBM2G - 060 08 A - N N A A - 00

Rahmengröße

050	50 mm OD (Außendurchmesser)
060	60 mm OD
068	68 mm OD
076	76 mm OD
085	85 mm OD
094	94 mm OD
115	115 mm OD

Stapellänge

08	8.2 mm Stapel
13	12.7 mm Stapel
26	26.3 mm Stapel

Wicklungstyp

A to Z

Benutzerdefinierte Optionen

00	Standard
01, 02, 03...	Sonder

Feld Optionen

A	Standard
S	Sonder

Verbindungsoptionen

A	0.5 m Länge
N	Keine Leads
S	Sonder

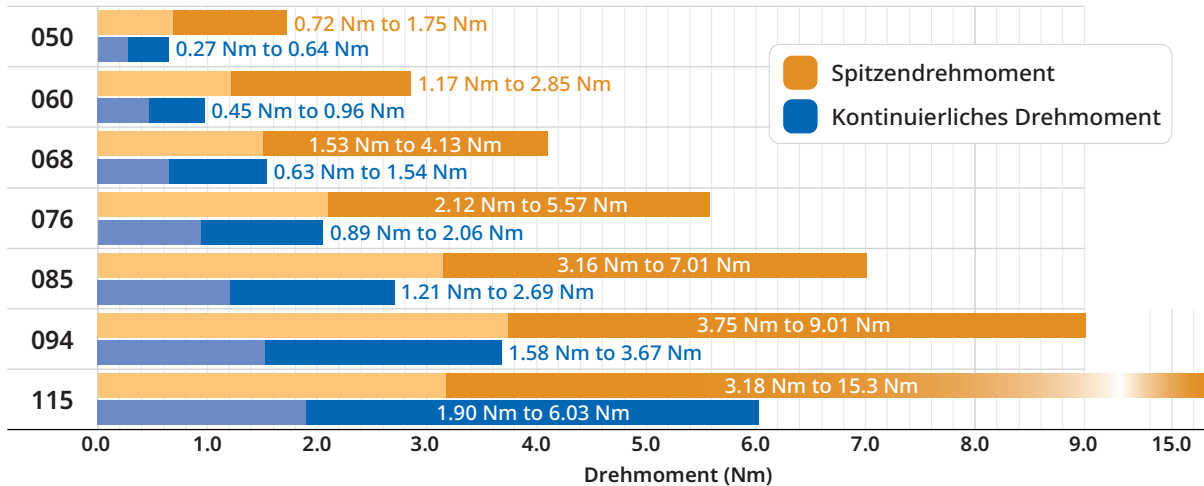
Sensor Options

A	Hall-Gerätesensor (alternativer Standort) Nicht verfügbar für 050 Frame
H	Hall-Sensor
N	Keine Hallen
S	Besonderes

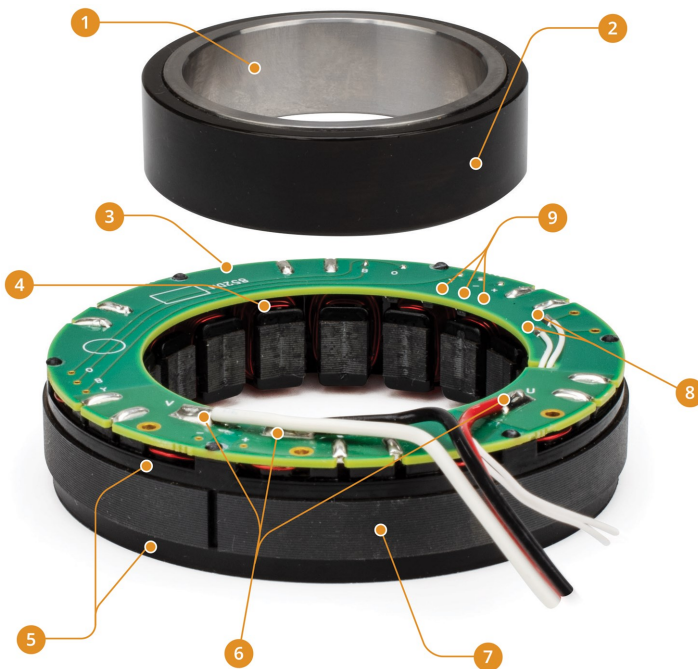
Thermisches Gerät

A	PT1000
B	3x PTC Geräte
N	Kein Gerät
S	Sonder

2.1.8 Drehmoment Überblick



2.1.9 Zeichnung der Komponentenmaterialien



1. Gabel
 - Material: Edelstahl der Serie 400
2. Ringmagnet
 - Material: NdFeB (Neodym-Eisen-Bor)
 - Beschichtung: Epoxid
3. Leiterplatte (PCB)
4. Spule
 - Material: Kupfer
 - Beschichtung: Lack
5. End-Isolatoren
 - Material: Polymerharz
6. Stromleitungen
7. Laminierstapel
 - Material: Elektrostahl
8. Optionale thermische Geräte (unter der Leiterplatte montiert)
 - PT1000
 - PTC Avalanche (3 in Serie)
9. Optionale Hall-Sensoren (unter der Leiterplatte montiert)
 - Allegro A1260

2.2 Richtlinien für Lagerung, Betrieb und Transport

2.2.1 Lagerung

Klimakategorie	1K4 gemäß IEC 60721-3-1, EN61800-2.
Lagertemperatur	-25 bis +55 °C, max. Schwankung 20 °K pro Stunde
Feuchtigkeit	relative Luftfeuchtigkeit 5–95 %, nicht kondensierend
Lagerdauer	ohne Einschränkung

NOTE

Lagern Sie Motoren nur in der Originalverpackung des Herstellers.

2.2.2 Betrieb

Umgebungstemperatur (bei Nennwerten)	-20 bis +40 °C bei einer Aufstellhöhe bis 1.000 m über NN
Zulässige Luftfeuchtigkeit (bei Nennwerten)	95 % relative Luftfeuchtigkeit, nicht kondensierend
Leistungsreduzierung (Ströme und Drehmomente)	Keine Leistungsreduzierung bei Aufstellhöhen über 1.000 m über NN und Temperaturreduzierung um 10 °K pro 1.000 m. Es muss sichergestellt werden, dass die Temperatur der Wicklung 155 °C nicht überschreitet.

2.2.3 Transport

Klimakategorie	2K3 gemäß IEC 60721-3-2, EN61800-2
Lagertemperatur	-25 bis +70 °C max. Schwankung 20 °K/Stunde
Feuchtigkeit	relative Luftfeuchtigkeit 5–95 %, nicht kondensierend

NOTE

Vermeiden Sie harte Stöße. Überprüfen Sie bei beschädigter Verpackung die Teile des Motors auf sichtbare Schäden. Informieren Sie den Frachtführer und gegebenenfalls den Hersteller.

2.2.4 Auspacken

Der Satz aus Stator und Rotor wird in der Regel zusammen in einem einzigen Paket oder als Großpackung geliefert. Individuelle Großverpackungen sind als Sonderoption erhältlich. Der Rotor und der Stator sind durch Verpackungsmaterial voneinander getrennt, damit sie sich aufgrund der starken Magnetkräfte nicht gegenseitig beeinflussen. Achten Sie beim Auspacken darauf, dass die Teile voneinander getrennt bleiben und dass der stark magnetisierte Rotor keine anderen Gegenstände beeinflusst.

Der Stator kann auf Wunsch Hall-Sensorgeräte enthalten. Diese Geräte sind anfällig für Schäden durch statische Elektrizität. Für den Versand von Statoren mit Hall-Geräten werden ESD-Beutel verwendet. Achten Sie beim Auspacken darauf, den ESD-Schutz beizubehalten.

2.3 Montage- und Installationshinweise

❗ IMPORTANT

Die in diesem Handbuch Kollmorgen enthaltenen Empfehlungen sind als allgemeine Installationshinweise gedacht und dienen nur zu Referenzzwecken. Kollmorgen übernimmt keine Verantwortung für die fehlerhafte Anwendung dieser Techniken, die in der alleinigen Verantwortung des Benutzers liegen.

2.3.1 Definitionen der Anker- und Feldbaugruppe

Ankerbaugruppe (Stator)

Die Ankerbaugruppe ist der stationäre Teil des gehäuselosen Motors. Diese Baugruppe besteht aus den magnetischen Stahllaminierungen, Wicklungen und der Anschlussdrahtbaugruppe. Sie kann auch zusätzliche Optionen wie Hall-Geräte oder Temperatursensoren enthalten.

Feldbaugruppe (Rotor)

Die Feldbaugruppe ist der bewegliche Teil des gehäuselosen Motors. Diese Baugruppe besteht aus einem Seltenerd-Ringmagneten und einem Feldgestell.

Gehäuseloser Motor (Satz)

Ein Motor, der als separate Teile hergestellt und versandt wird: Stator und Rotor. Die einzelnen Teile müssen in ein vom Endverbraucher hergestelltes System aus Gehäuse, Welle und Lager eingebaut werden.

2.3.2 Verantwortung des Benutzers für die Schnittstellen

Um die ordnungsgemäße Leistung und Zuverlässigkeit des Motors bei der Installation im System zu gewährleisten, ist der Benutzer für die Gestaltung der Montagesschnittstelle verantwortlich, wobei die folgenden Informationen als Richtlinie dienen. Der Benutzer ist für die Konstruktion der Rotorwelle, des Statorgehäuses, des Lagersystems, der Gehäusedetails, der Materialauswahl, der Passformberechnungen und der Toleranzanalyse auf der Grundlage der Anforderungen der geplanten Anwendung verantwortlich.

2.3.2.1 Lager

Das vom Benutzer bereitgestellte Lagersystem in der Motoranwendung muss eine ausreichende Steifigkeit aufweisen, um unter allen Betriebsbedingungen einen starren, gleichmäßigen Spalt zwischen dem Rotor und dem Stator aufrechtzuerhalten. Ein gleichmäßiges Spiel beinhaltet Grenzwerte für Laufabweichung und Konzentrität zwischen Rotor und Stator.

2.3.2.2 Materialien für die Statormontage

Wir empfehlen, den Stator in einem Metallgehäuse oder einer Klemmkonstruktion starr zu montieren, um die beste Wärmeableitung und die ordnungsgemäße strukturelle Integrität zu gewährleisten. Aluminiumlegierungen werden aufgrund ihrer überlegenen Wärmeleitfähigkeit und ihres Verhältnisses von Festigkeit zu Gewicht bevorzugt, obwohl Edelstahllegierungen (Serie 300 oder gleichwertig) jedoch eine akzeptable Alternative für thermisch weniger kritische Anwendungen sind. Kohlenstoffstahl, Gusseisen, Edelstahllegierungen der Serie 400 und andere Eisenmetalle, die den magnetischen Fluss leiten, sind die am wenigsten wünschenswerte Wahl für die Statormontage. Wenden Sie sich an einen Ingenieur von Kollmorgen, wenn solche Metalle verwendet werden müssen. Kunststoffe oder andere ähnliche thermisch isolierende Materialien werden nicht empfohlen, da sie die Wärmeabfuhrkapazität des Systems beeinträchtigen, so dass die Leistung des Motors erheblich reduziert werden muss.

2.3.2.3 Materialien für die Rotormontage

Der magnetisierte Rotor kann auf jede beliebige Metallwelle montiert werden, die der Benutzer auswählt. Kohlenstoffstahl und Edelstahl sind die am häufigsten verwendeten Wellenmaterialien, wobei jedoch gelegentlich auch Aluminiumlegierungen verwendet werden, wenn sie für das vorgesehene Drehmoment und den thermischen Betriebsbereich ordnungsgemäß ausgelegt sind. Die Methode zur Befestigung des Rotors an der Welle kann die Wahl des optimalen Materials und der Toleranz für die Welle beeinflussen. Bei einem bürstenlosen Motor von Kollmorgen muss die Welle keinen Fluss tragen oder als Teil des Magnetkreises fungieren, um die Nennleistung zu erreichen.

2.3.2.4 Erdung



Bei der Montage in der Anwendung sollte der Laminierstapel (oder die metallische Außenhülle) des Stators auf dem gleichen elektrischen Massepotential liegen wie das Systemgehäuse und das Gehäuse des Servoantriebs. Wenn dieser gemeinsame Erdungspfad nicht sichergestellt wird, kann es in der Anwendung zu elektrischen Störungen kommen, und es besteht die Gefahr eines Stromschlags. Die Gefahr eines Stromschlags ist besonders groß, wenn Sie Motoren mit hoher Polzahl und großer Kapazität verwenden. Wenn der Stator mit elektrisch leitenden Metallkomponenten montiert ist, wird in der Regel inhärent ein robuster Erdungspfad zwischen dem Stator-Laminierstapel und dem Maschinengehäuse erzeugt. Kollmorgen empfiehlt die Durchführung einer Durchgangsprüfung, um den korrekten Erdungspfad zu bestätigen, bevor Sie das Motorsystem aktivieren. Bei einigen Anwendungen kann je nach Montagekonfiguration und Materialwahl ein separates leitfähiges Erdungsband erforderlich sein. In solchen Fällen ist der Benutzer für die Installation des Erdungspfades und die elektrische Überprüfung verantwortlich.

2.3.2.5 Grundlegende Einbauanweisungen



Motoren der Serie TBM2G von Kollmorgen sowie andere gehäuselose und bürstenlose Motoren verwenden leistungsstarke Seltenerdmagnete. Seien Sie bei der Handhabung und beim Transport äußerst vorsichtig, um Verletzungen und Produktschäden zu vermeiden. Die Anziehungskräfte zwischen magnetisierten Rotoren und metallischen Gegenständen in der Nähe können extrem stark sein. Unsachgemäße Handhabung kann zu plötzlichen unerwarteten Stößen führen. Das starke Magnetfeld kann auch Computer, Bildschirme und Speichergeräte in der Nähe beschädigen. Bewahren Sie den Rotor in seinem Versandbehälter oder in einer Schutzverpackung auf, bis er installiert werden kann. Auf diese Weise vermeiden Sie Unfälle und Verunreinigungen wie Metallspäne oder Schutt, die an den Magneten haften bleiben.

Nachfolgend finden Sie ein allgemeines Montageverfahren, das Sie beim Einsetzen eines Rotors (Feldbaugruppe) in einen Stator (Ankerbaugruppe) befolgen können

1. Befestigen Sie das kundenseitig bereitgestellte Gehäuse sicher auf einer stabilen Oberfläche, um plötzliche Bewegungen zu vermeiden.
2. Schieben Sie den Stator in das Gehäuse und befestigen Sie ihn, indem Sie ihn entweder verkleben oder festklemmen, wie in der Vorgehensweise bei der Statormontage gezeigt.
3. Schieben Sie den Rotor auf die kundenseitig bereitgestellte Welle und sichern Sie ihn, indem Sie ihn entweder verkleben oder festklemmen, wie in der Vorgehensweise bei der Rotormontage gezeigt.

⚠ CAUTION

Seltenerdmagnete sind anfällig für Risse und Absplitterungen. Achten Sie darauf, die Magnete nicht fallen zu lassen und Stöße mit anderen Oberflächen zu vermeiden, wenn Sie den Rotor auf der Welle montieren.

4. Bevor Sie die Rotor-/Wellenbaugruppe in die Stator/Gehäusebaugruppe einsetzen, empfiehlt Kollmorgen, zunächst eine dünne Schicht Ausgleichsmaterial, wie z. B. Mylar®-Folie, in die Innenbohrung des Stators einzubringen.
 - Die Mylar-Folie kann als einzelnes Stück installiert werden, das vollständig um den Umfang der Statorbohrung gewickelt wird, oder es können mehrere Stücke axial an gleichmäßig beabstandeten Punkten eingefügt werden. Die optimale Dicke der Folie und die Anzahl der erforderlichen Ausgleichsschichten hängt vom Spaltspiel zwischen Rotor und Stator für die spezifische Motorgröße ab, die der Benutzer zu installieren versucht. Beachten Sie die Tabelle für den radialen Freiraum unten.

⚠ CAUTION

Die äußere Oberfläche des Rotors kann aufgrund magnetischer Anziehungskräfte an der nächstgelegenen Stelle der inneren Bohrung des Stators haften, wenn der Benutzer versucht, den Rotor zu installieren. Die daraus resultierende Reibung, wenn der Rotor an der Innenseite des Stators entlang gleitet, kann möglicherweise die Rotorbandage, die Magnete, die Beschichtungen oder die Oberflächen der Statorbohrung beschädigen.

5. Setzen Sie den Rotor langsam und gleichmäßig entlang der zentralen Achslinie ein, um den Rotor im Stator zu positionieren. Dies kann von Hand oder mit Hilfe einer speziellen Installationshalterung erfolgen.
6. Montieren Sie die Lager nach Bedarf auf die Rotoreinheit, um die Ausrichtung der Welle beizubehalten, bevor Sie die Ausgleichsfolie entfernen.
7. Entfernen Sie vor dem Betrieb das Ausgleichsmaterial aus dem Luftspalt zwischen Rotor und Stator.

Typischer radialer Freiraum

		TBM2G Baugröße						
		050	060	068	076	085	094	115
Nominaler mechanischer Abstand	mm	0,26	0,29	0,26	0,26	0,26	0,26	0,40
	in.	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,016
Die Anforderungen an die Konzentrität, die auf jeder modellspezifischen Umrisszeichnung Kollmorgen vermerkt sind, müssen vom Benutzer berücksichtigt werden. Es sollten Lager mit möglichst geringer Reibung und ein hochwertiges Schmiermittel gewählt werden, um die Reibung im Gesamtsystem zu minimieren, was einen optimalen Motorbetrieb ermöglicht.								

2.3.3 Vorgehensweise bei der Statormontage

Kollmorgen schlägt die folgenden Optionen für die Installation des Motorstators vor, je nach Drehmoment, Vibration und den thermischen Eigenschaften der Anwendung sowie den Kosten, der einfachen Montage und der vom Benutzer gewünschten Wartungsfreundlichkeit.

2.3.3.1 Statorverklebung

NOTE

Die Oberflächen von Stator und Gehäuse sollten vor dem Verkleben gründlich gereinigt werden, um eine gute Haftung zu gewährleisten. Informieren Sie sich im Datenblatt des verwendeten Klebstoffs über die Reinigungstechniken für das jeweilige Gehäusematerial.

In den meisten Fällen kann der Stator bei Motoren im allgemeinen Spitzendrehmomentbereich bis 2.400 Nm mit einem Epoxidharz wie 3M™ Scotch-Weld™ 2214 oder anderen ähnlichen Klebstoffen verklebt werden. Verkleben ist eine bevorzugte Technik bei der dauerhaften Installation aller Statoren TBM2G. Wie in den Abbildungen zur Statorverklebung unten gezeigt, sollte das Statorgehäuse als zylindrische Schale konstruiert werden, der an einem Ende eine kleine Schulter zur axialen Positionierung aufweist und am gegenüberliegenden Ende offen ist, um eine erfolgreiche Verklebung zu ermöglichen. Die Schulter dient als Anschlagpunkt für den Stator, wenn er vom offenen Ende her eingeführt wird. Sie sollte im Allgemeinen den maximalen Außendurchmesser der Endwindung der Wicklung freilassen, wie auf der Skizze angegeben. Eckaussparungen sind erforderlich, um die scharfen Ecken der Statorbleche aufzunehmen. Eine kleine innere Abfasung am offenen Ende der Gehäuseschale vereinfacht das Einsetzen des Stators. Wenn der Zusammenbau bei flach liegendem Statorgehäuse durchgeführt wird [Rotationsachse senkrecht], unterstützt der hydrostatische Druck des Strukturklebstoffs die Selbstzentrierung des Stators im Statorgehäuse.

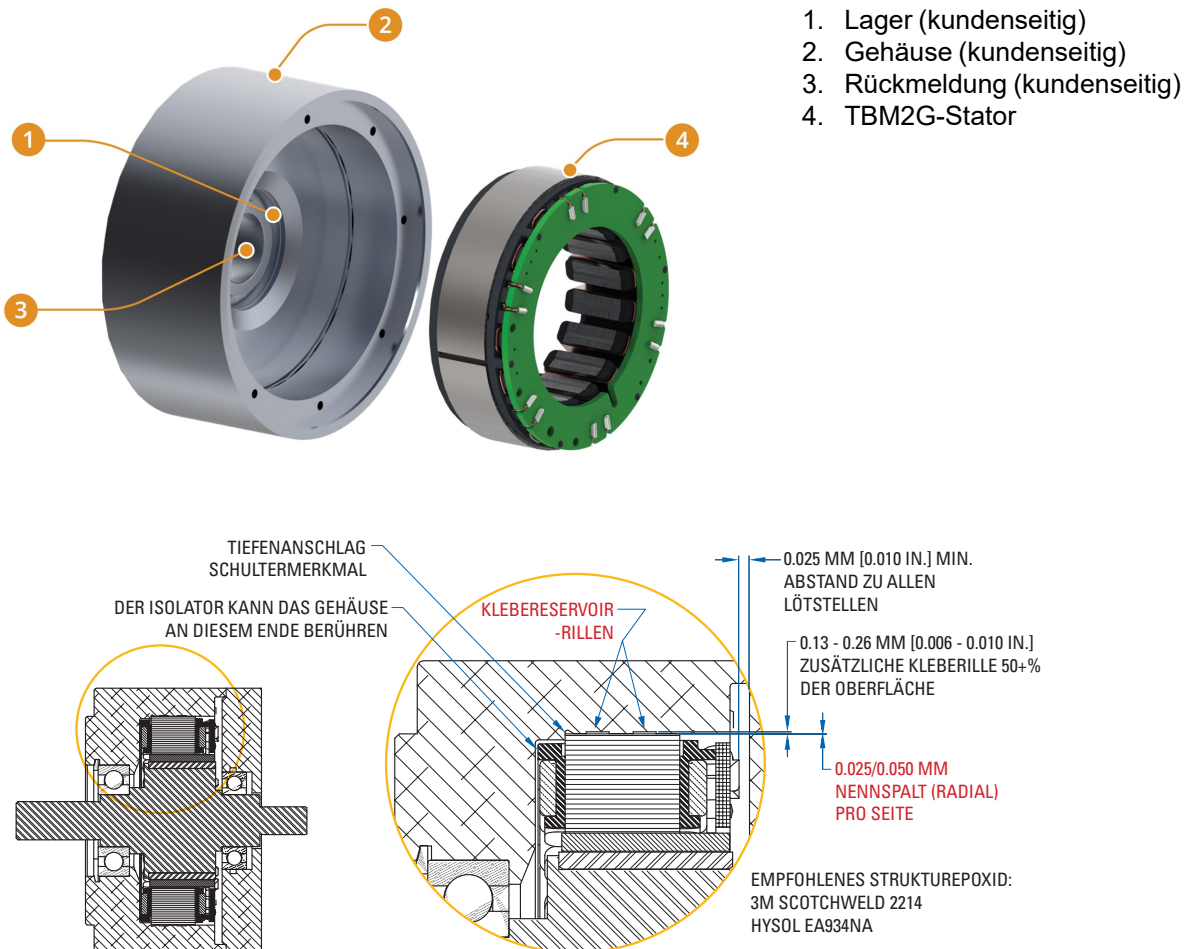


Figure 5-1: Illustrationen zur Statorverklebung

Temperaturspitzen können aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten ein Problem darstellen [z. B. Stahlbleche vs. Aluminiumgehäuse]. Der Benutzer sollte den Hersteller des Klebstoffs konsultieren, um sich über die richtige Dicke der Klebelinie, das Anwendungsverfahren und die Anweisungen zur Aushärtung zu informieren. Die Rillen im Innendurchmesser des Gehäuses, die in den Abbildungen der Statorverklebung zu sehen sind, sollen als Klebstoffreservoir für das dickflüssige Epoxidharz dienen, das über einen breiten Temperaturbereich hinweg für eine hohe Torsionsfestigkeit sorgt. Wenn Sie ein dickflüssiges Epoxidharz verwenden, sollte der Innendurchmesser der Gehäuseschale etwa 0,05 mm – 0,1 mm größer sein als der maximale Außendurchmesser des Stators. Wenn sie gemäß den Empfehlungen des Herstellers verwendet werden, bieten diese Klebstoffe eine hervorragende Lebensdauer und Festigkeit.

Wenn Sie anstelle eines Epoxidharzes eine Halteverbindung, wie z. B. LOCTITE® 640™ oder einen ähnlichen Klebstoff, bevorzugen, muss der Abstand zwischen dem Innendurchmesser des Gehäuses und dem Außendurchmesser des Stators enger sein, um eine angemessene Dicke der Klebelinie zu gewährleisten. Empfehlungen finden Sie in den Richtlinien des Klebstoffherstellers.

NOTICE

Der Benutzer übernimmt die Verantwortung für die Auswahl des richtigen Klebstoffs und für die Auslegung der Gehäuseabmessungen entsprechend der erwarteten thermischen Ausdehnungsrate bei den beabsichtigten Temperaturspitzen der Anwendung. Die Aushärtungstemperatur des Klebstoffs sollte 155 °C nicht überschreiten, um den Motorstator nicht zu beschädigen.

2.3.3.2 Stator-Klemmung

Für Anwendungen, bei denen der Stator möglicherweise wiederholt ein- und ausgebaut werden muss, kann eine axiale Klemmung eine akzeptable Option sein. Kollmorgen empfiehlt diese Technik im Allgemeinen nicht für Anwendungen mit hohen Schock- und Vibrationsbelastungen oder extremen Temperaturen ohne besondere Überlegungen zum Design. Das in der Abbildung unten gezeigte Statorgehäuse ist dem der Epoxidharz-Klebertechnik sehr ähnlich. Wenn Sie die Klemmtechnik zur Montage des Stators verwenden, sollte der Innendurchmesser der Gehäuseschale etwa 0,025 mm – 0,050 mm größer sein als der maximale Außendurchmesser des Stators. Falls gewünscht, kann der kleine radiale Raum zwischen dem Außendurchmesser des Stators und dem Innendurchmesser des Gehäuses mit einer Wärmeleitpaste gefüllt werden, um eine effizientere Wärmeleitung zum Kühlkörper zu gewährleisten.

NOTE

Achten Sie darauf, die axialen Klemmflächen nicht mit Fetten zu verunreinigen, die zu einer verminderten Klemmreibung führen können.

Es ist eine maschinell bearbeitete Schulter erforderlich, die beim Einführen als Anschlag und Verortungspunkt für den Stator dient, an die er anstoßen kann. Am gegenüberliegenden Ende des Stators wird ein separater Klemmring benötigt, der mit 4 bis 12 gleichmäßig verteilten Schrauben an das Gehäuse geschraubt wird. Maximieren Sie anhand der Abmessungen auf der Umrisszeichnung die Fläche zum Klemmen. Dadurch wird die Klemmbeanspruchung des Stators minimiert. Legen Sie die Bohrungstiefe des Gehäuses so aus, dass der Klemmring unter allen Toleranz- und Temperaturbedingungen den Stator Kern berührt, bevor er das Gehäuse berührt. Das Klemmen auf der Gehäuseoberfläche vor dem Stator führt zu einer unzureichenden Klemmkraft. Die Toleranzen für den Stator finden Sie in der Umrisszeichnung. Der Klemmdruck ist abhängig von der Fläche und der Klemmkraft. Der Klemmdruck sollte im Bereich von 5 bis 20 Mpa (725 bis 2.900 psi) liegen. Achten Sie darauf, dass der Klemmdruck nicht zu hoch ist. Extreme Drücke führen zu erhöhten Kernverlusten beim Betrieb mit hohen Drehzahlen. Achten Sie auch auf eine ausreichende Vorspannung der Spannbolzen. Zusammen mit einer entfernbaren Gewindegewissung wird dies dazu beitragen, dass sich die Klemmschrauben auch nach längerem Betrieb nicht lösen.

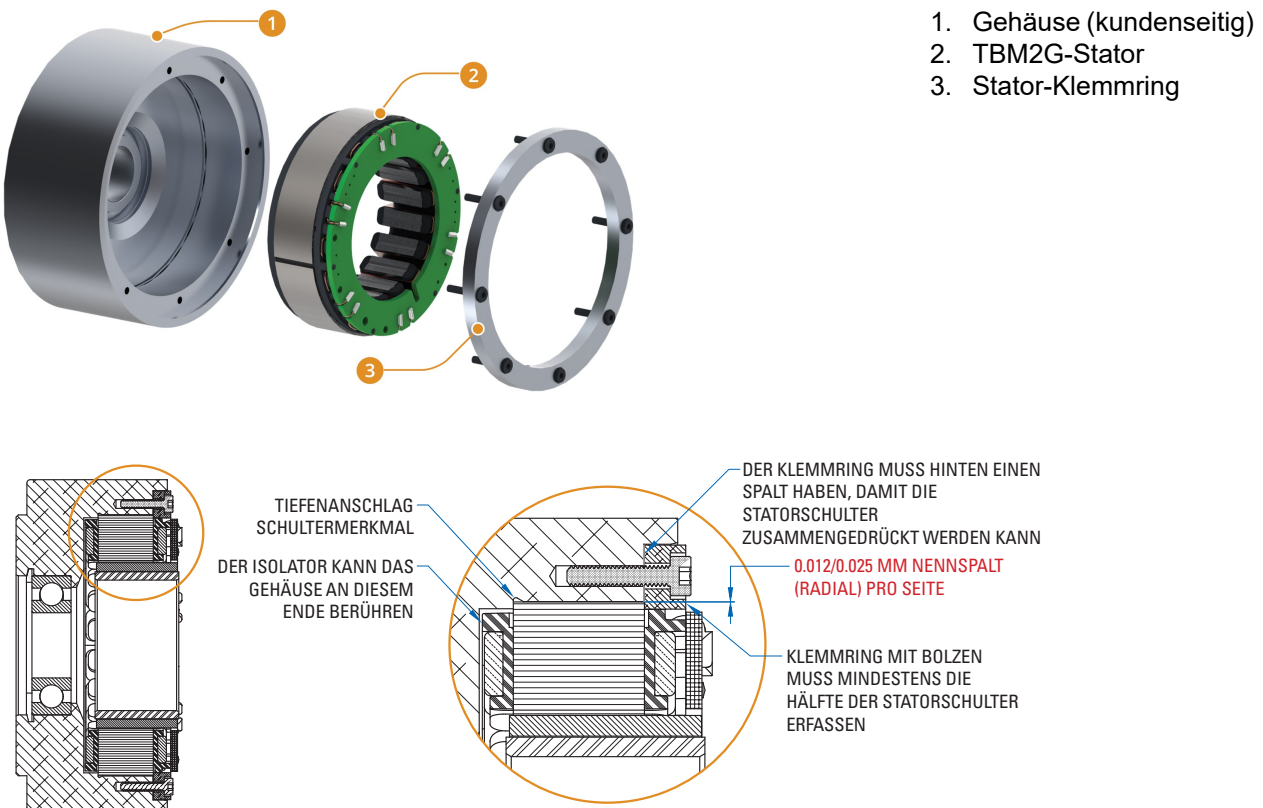


Figure 5-2: Illustrationen der Stator-Klemmung

2.3.4 Vorgehensweise bei der Rotormontage



Motoren der Serie TBM2G von Kollmorgen sowie andere gehäuselose und bürstenlose Motoren verwenden leistungsstarke Seltenerdmagnete. Seien Sie bei der Handhabung und beim Transport äußerst vorsichtig, um Verletzungen und Produktschäden zu vermeiden. Die Anziehungskräfte zwischen magnetisierten Rotoren und metallischen Gegenständen in der Nähe können extrem stark sein. Unsachgemäße Handhabung kann zu plötzlichen unerwarteten Stößen führen. Das starke Magnetfeld kann auch Computer, Bildschirme und Speichergeräte in der Nähe beschädigen. Bewahren Sie den Rotor in seinem Versandbehälter oder in einer Schutzverpackung auf, bis er installiert werden kann. Auf diese Weise vermeiden Sie Unfälle und Verunreinigungen wie Metallspäne oder Schutt, die an den Magneten haften bleiben.

2.3.4.1 Kontrolle des radialen Nachlaufs



In den modellspezifischen Umrisszeichnungen von Kollmorgen ist eine Montageanforderung für den Nachlauf des Rotor-ID zum Stator-AD vermerkt. Diese Positionsbezeichnung soll die Anforderungen des Anwenders an den Nachlauf zwischen dem AD der Welle und dem ID des Gehäuses darstellen. Der Benutzer ist dafür verantwortlich, die Welle, das Gehäuse und das Lagersystem so zu konstruieren, dass die angegebene Nachlaufgrenze zwischen dem AD der Klebefläche der Welle und dem ID der Klebefläche des Gehäuses eingehalten wird. Wenn dies befolgt wird, sollte die Gesamtkonzentrität von Rotor-AD und Stator-ID akzeptabel sein.

2.3.4.2 Rotorverklebung

NOTE

Die Oberflächen von Stator und Gehäuse sollten vor dem Verkleben gründlich gereinigt werden, um eine gute Haftung zu gewährleisten. Informieren Sie sich im Datenblatt des verwendeten Klebstoffs über die Reinigungstechniken für das jeweilige Gehäusematerial.

Für Anwendungen, bei denen das Spitzendrehmoment 750 Nm nicht übersteigt, können die Rotoren in der Regel auf Wellen aus Kohlenstoffstahl oder Edelstahl geklebt werden. Halteverbindungen wie LOCTITE® 640™ oder andere ähnliche Klebstoffe erfordern in der Regel glatte, durchgehende Schnittstellendurchmesser und enge Passungstoleranzen, wie z. B. Nennabstände von 0,012 mm – 0,025 mm. Strukturelle Epoxidharze erfordern in der Regel ein etwas größeres Passungsspiel, um eine dickere Klebelinie zu ermöglichen. Epoxidharze profitieren oft von Rillen in der Schnittstelle zwischen Welle und Rotor, die als Klebstoffreservoir dienen und durch strukturierte, maschinell bearbeitete Oberflächen mittels Rändelung oder Sandstrahlen vergrößert werden können. Informieren Sie sich beim Klebstoffhersteller über die richtige Dicke der Klebelinie, Passungstoleranzen, Verarbeitungsdetails und Aushärtungsrichtlinien.

Um eine partielle Entmagnetisierung des Rotors zu vermeiden, sollten Sie die Rotor-Wellen-Verbindungen nicht bei Temperaturen über 110 °C aushärten, es sei denn, der Rotor ist in den passenden Stator eingebettet oder der Rotor ist vollständig von einer „Schutzvorrichtung“ aus Eisenmetall umgeben. Wenden Sie sich an einen Ingenieur von Kollmorgen, wenn Sie weitere Informationen zu diesem Thema benötigen. Bevor Sie Rotoren auf Aluminiumwellen kleben, sollten Sie den Hersteller des Klebstoffs um Rat fragen. Möglicherweise ist ein hochflexibler Klebstoff mit breiten thermischen Eigenschaften erforderlich.

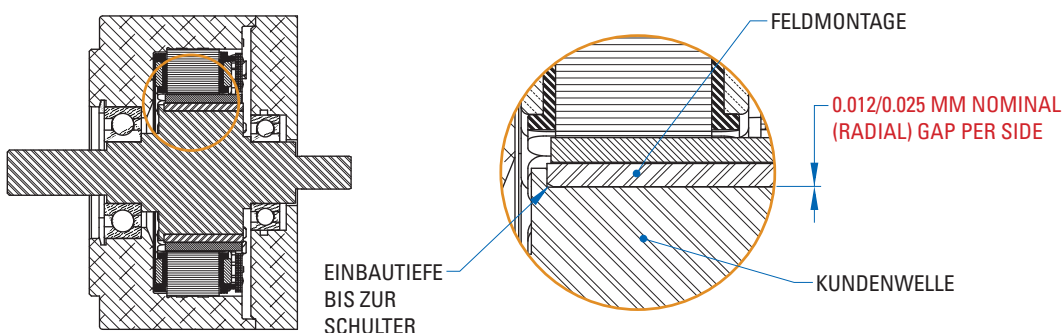
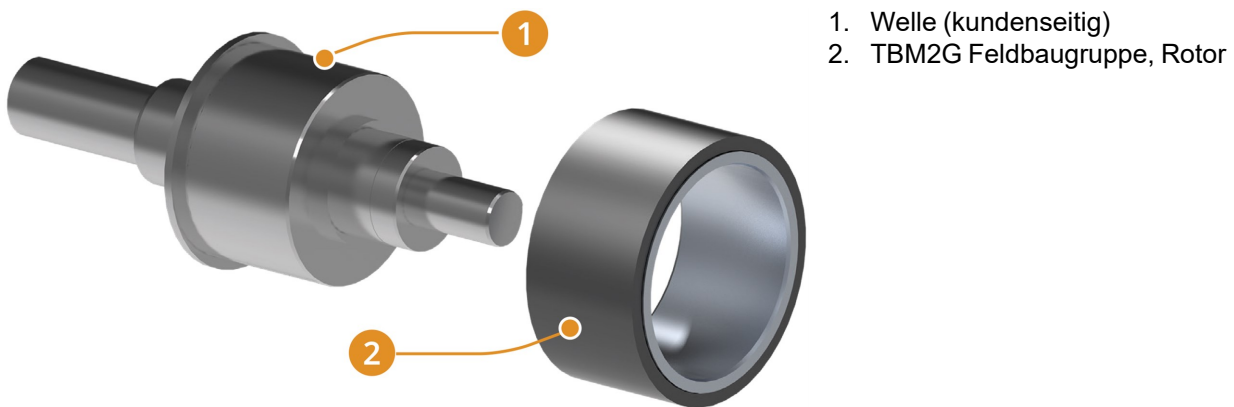


Figure 5-3: Illustrationen zur Rotorverklebung

2.3.5 Vorgehensweise bei axialer Montage

2.3.5.1 Kontrolle der axialen Ausrichtung

Die modellspezifischen Umrisszeichnungen von Kollmorgen weisen auf die axiale Ausrichtung hin, die bei der Montage zwischen Rotor und Stator eingehalten werden muss, um eine ordnungsgemäße Motorleistung zu gewährleisten. Der Benutzer ist für die Konstruktion der Rotorwelle, des Statorgehäuses und des Lagersystems verantwortlich, um die angegebene Montageausrichtung zu erreichen. Bearbeitete Schultern auf der Welle oder Nuten für abnehmbare Sicherungsringe sind gängige Methoden, um die Einbauposition des Rotors zu kontrollieren. Der maximale Durchmesser der Sicherungsringe oder Wellenschultern sollte unterhalb des Rotordurchmessers liegen, wenn die Magnete mit der Stahlnabe verbunden sind.

2.3.6 Axiale Montage

Um die volle Leistung und korrekte Auslösung der Hall-Geräte zu gewährleisten, gibt Kollmorgen ein Einbaumaß zwischen der Kante des Laminierstapels und der Kante des Feldgestells [Kollmorgen] an.

Dieses Einbaumaß stellt sicher, dass das Magnetmaterial den Laminierstapel vollständig abdeckt und sich axial erstreckt, um die Hall-Geräte auszulösen, falls zutreffend.

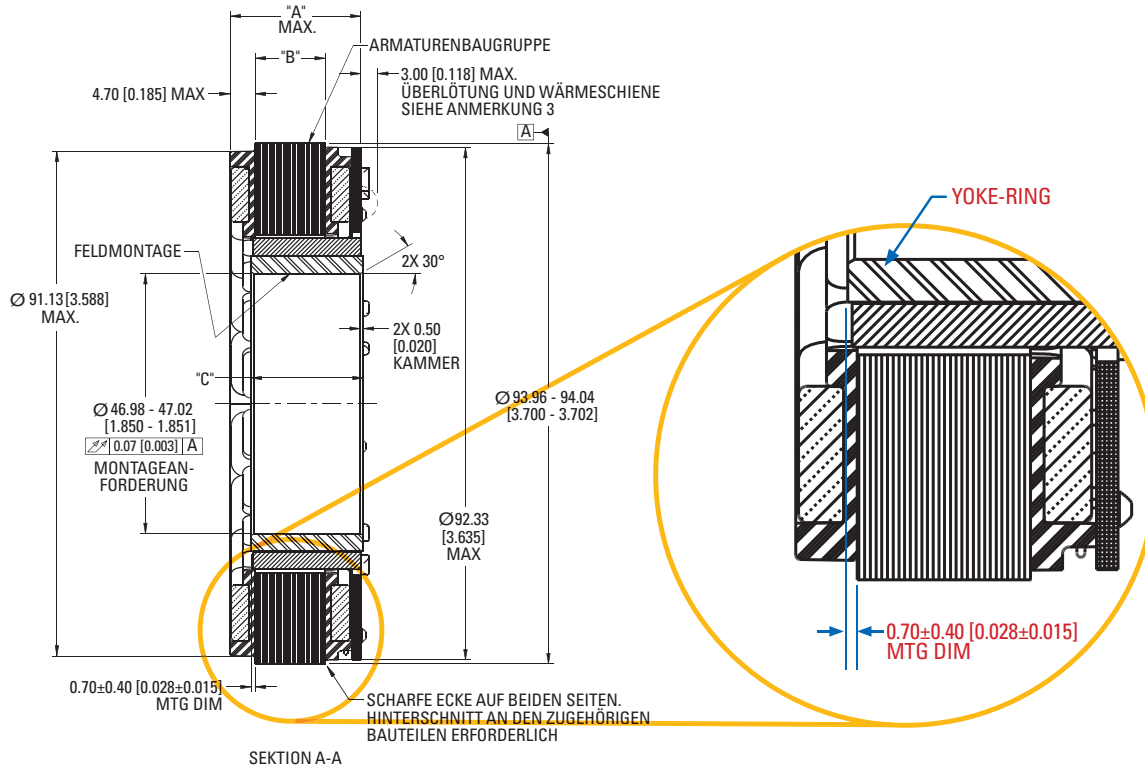


Figure 5-4: Abbildung des Einbaumaßes, angegeben auf einer TBM2G-068XXX-XXXX-00-Skizze. Dieses Maß wird von der linken Kante des Laminierstapels bis zur linken Kante des Gestellmaterials (nicht Magnet) gemessen.

Wenn Sie das alternative Einbaumaß von der anderen Seite des Laminierstapels ermitteln möchten, kann der Nennwert mithilfe einiger Parameter aus der Zeichnung berechnet werden. Um den Nennwert von der rechten Kante des Laminierstapels bis zur rechten Kante des Gestellmaterials zu berechnen, verwenden Sie die folgende Gleichung:

$$\text{Alternatives Einbaumaß (mm, nominal)} = „C“ - „B“ - 0,70 \text{ mm}$$

Als Beispiel für die Berechnung des alternativen Einbaumaßes verwenden wir Folgendes:

- Die Maße für TBM2G-06813-00 aus der TBM2G-068XXX-XXXX-00-Skizze in "Abbildung des Einbaumaßes, angegeben auf einer TBM2G-068XXX-XXXX-00-Skizze. Dieses Maß wird von der linken Kante des Laminierstapels bis zur linken Kante des Gestellmaterials (nicht Magnet) gemessen." (→ p. 57).
- Die Gleichung für das alternative Einbaumaß.
- Eine Tabelle aus der TBM2G-068-Skizze, die die Werte für „B“ und „C“ angibt, gezeigt in "Tabelle für die

Werte „A“ MAX, „B“ und „C“ aus der TBM2G-068XXX-XXXX-00-Skizze." (→ p. 58).

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Figure 5-5: Tabelle für die Werte „A“ MAX, „B“ und „C“ aus der TBM2G-068XXX-XXXX-00-Skizze.

Beispiel:

Für TBM2G-06813-00, „B“ = 12,7 mm nominal und „C“ = 19,26 mm nominal. Das ursprüngliche Einbaumaß, 0,70 mm nominal, ist bereits in der Skizze angegeben. Anhand unserer Gleichung können wir nun Folgendes berechnen:

$$\text{Alternatives Einbaumaß (mm)} = 19,26 \text{ mm} - 12,7 \text{ mm} - 0,70 \text{ mm} = 5,86 \text{ mm nominal}$$

2.3.7 Schnittstelle der elektrischen Verkabelung

2.3.7.1 Verdrahtung

Motoren der Serie TBM2G können mit UL-konformen freien Anschlussleitungen mit offenen Enden geliefert werden. Der Benutzer ist für die ordnungsgemäße Verlegung und den Anschluss der Kabel gemäß den Diagrammen in den Zeichnungen Kollmorgen verantwortlich. Vermeiden Sie die Verlegung von Kabeln über scharfe Ecken, Quetschstellen oder Kanten, die die Isolierung durchstechen könnten. Klemmen oder sichern Sie Drahtbündel in Anwendungen mit starken Vibrationen und vermeiden Sie den Kontakt der Drähte mit sich bewegendenden oder vibrierenden Oberflächen, die die Isolierung abreiben könnten. Sorgen Sie für eine Zugentlastung für alle Kabelbündel und lassen Sie Platz für einen großzügigen Biegeradius. Der Benutzer übernimmt die Verantwortung für die Installation von Steckern, das Crimpen, Löten, die Abschirmung, die Ummantelung oder jede andere Drahtbündelung oder elektrische Schnittstellenerweiterung, die über die auf der Umrisszeichnung TBM2G gezeigte Konfiguration hinausgeht.

2.3.7.2 Anforderungen an Anschlusskabel (Option ohne Kabel)

Empfehlungen/Richtlinien zum Löten von Anschlusskabeln auf Pads.

2.3.7.3 Allgemeine Daten und Verkabelung der Stromleitungen

ALLGEMEINE DATEN DER STROMLEITUNGEN

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Typ	3 freie Kabelanschlüsse						
Länge, mm*	500						
Leitungsquerschnitt, AWG	20	20	20	18	16	14	14
Nenn Durchmesser der Isolierung, mm	1,47	1,47	1,47	1,70	1,98	2,26	2,26
Min. Statischer Biegeradius, mm	7,37	7,37	7,37	8,51	9,91	11,3	11,3

*Optionale Ausführung ohne Leitung (nur Lötpad)

ELEKTRISCHE SCHNITTSTELLE DER STROMLEITUNG

Farbe	Funktion (alt)
Rot	Phase U (A)
Weiß	Phase V (B)
Schwarz	Phase W (C)

ERREGUNGSDIAGRAMM DER STROMLEITUNGEN			
SCHRITT	Phase „U“ Rot	Phase „V“ Weiß	Phase „W“ Schwarz
1	$\oplus$	$\ominus$	
2	$\oplus$		$\ominus$
3		$\oplus$	$\ominus$
4	$\ominus$	$\oplus$	
5	$\ominus$		$\oplus$
6		$\ominus$	$\oplus$

Rechtsdrehung von der Leiterplatte/dem Leitungsausgangsende aus gesehen

2.3.7.4 Allgemeine Daten und Verkabelung der thermischen Geräte

Um einen sicheren Dauerbetrieb von Motoren der Serie TBM2G in anspruchsvollen Anwendungen zu gewährleisten, können integrierte Thermistoren auf der Leiterplatte PCBA angebracht werden. Die typische Option für TBM2G ist ein PT1000 RTD. Als Alternative bieten drei in Reihe geschaltete PTC-Geräte, von denen eins in jeder Phasenwicklung platziert wird, Schutz für jede Phase.

ALLGEMEINE DATEN ZUR THERMISCHEN LEITUNG

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Typ	2 freie Kabelanschlüsse						
Länge, mm*	500						
Leitungsquerschnitt, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Nenn Durchmesser der Isolierung, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Min. Statischer Biegeradius, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Optionale Ausführung ohne Leitung (nur Lötpad)

ELEKTRISCHE SCHNITTSTELLE DER THERMISCHEN LEITUNG

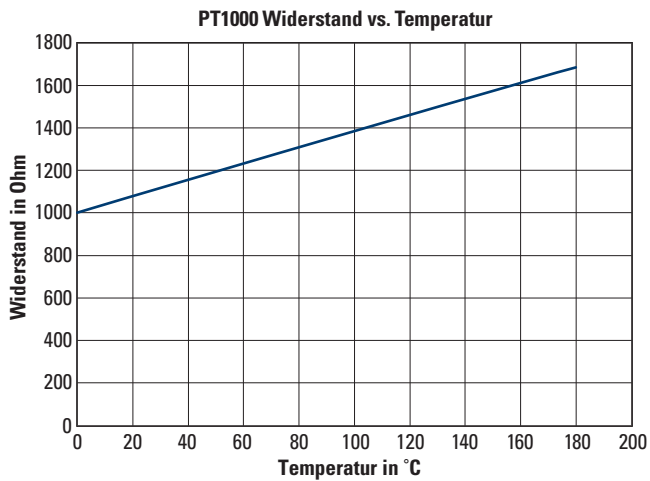
Farbe	Funktion (alt.)
Weiß	Temperatursensor +
Weiß	Temperatursensor -

2.3.7.4.1 Thermoschutz

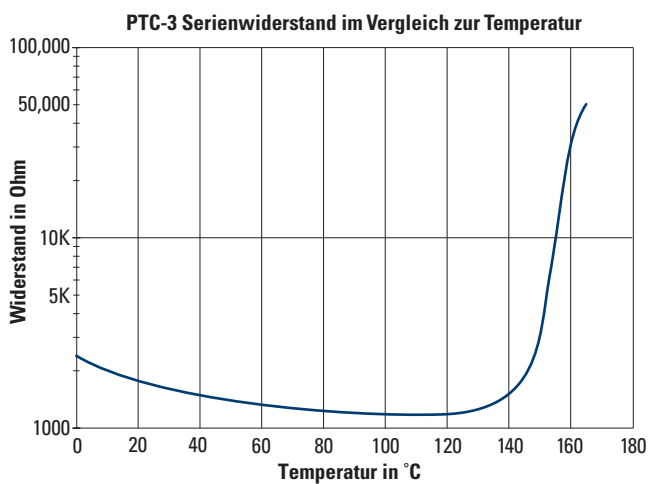
Es gibt zwei Methoden für den thermischen Schutz im Dauerbetrieb. Die erste Methode ermöglicht eine kontinuierliche Messung der Motortemperatur mit einem PT1000. Die Temperatur des Motors wird durch Messung des Widerstands des PT1000 gemäß IEC-60751 bestimmt (siehe Tabelle unten). Da nur ein Gerät verwendet werden kann, kann mit dieser Methode nur eine der Motorphasen überwacht werden. Er wird daher nicht für Anwendungen empfohlen, bei denen sich der Motor über einen längeren Zeitraum im Blockierzustand befindet.

Bei der zweiten Methode werden drei Avalanche-PTC in Reihe geschaltet. Für jede der drei Phasen gibt es einen PTC, um sicherzustellen, dass keine der Phasen die Nenntemperatur des Motors überschreitet. Diese Option sollte gewählt werden, wenn sich der Motor über einen längeren Zeitraum im Blockierzustand befindet. Bei normalem Betrieb liegt der Widerstand der Geräte unter 1.500 Ohm. Wenn eine Phase die 155 °C erreicht, steigt der Widerstand schnell an und überschreitet > 7.000 Ohm.

Keine dieser beiden Methoden schützt den Motor vor Überhitzung, wenn ein höherer Strom als der zulässige Dauerstrom angelegt wird. Die thermischen Geräte können nicht schnell genug reagieren, um die Temperaturveränderung auszugleichen, die beim Anlegen von Spitzenstrom auftritt. Der Antrieb muss die Dauer des Spitzenstroms im Motor begrenzen, um eine Überhitzung zu vermeiden.



Bei dieser Option ist nur der PT1000 in Reihe geschaltet und liefert das gleiche Ergebnis wie in der obigen Grafik.



Bei dieser Option sind drei PTCs in drei verschiedenen Phasen in Reihe geschaltet. Wenn sich eine der Phasen der Nenntemperatur des Motors nähert, steigt der Widerstand stark an.

2.3.7.5 Allgemeine Daten und Verkabelung des Hall-Sensors

ALLGEMEINE DATEN DES HALL-SENSORS

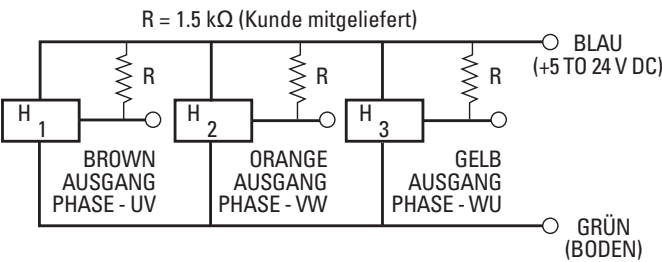
Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Typ	5 freie Kabelanschlüsse, Allegro A1260						
Eingangsspannung, VDC	+5 bis 24						
Ausgangssignal	Sink-Ausführung						
Länge, mm*	500						
Leitungsquerschnitt, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Nenndurchmesser der Isolierung, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Min. Statischer Biegeradius, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Optionale Ausführung ohne Leitung (nur Lötpad)

ELEKTRISCHE SCHNITTSTELLE DER HALL-SENSOR-LEITUNG

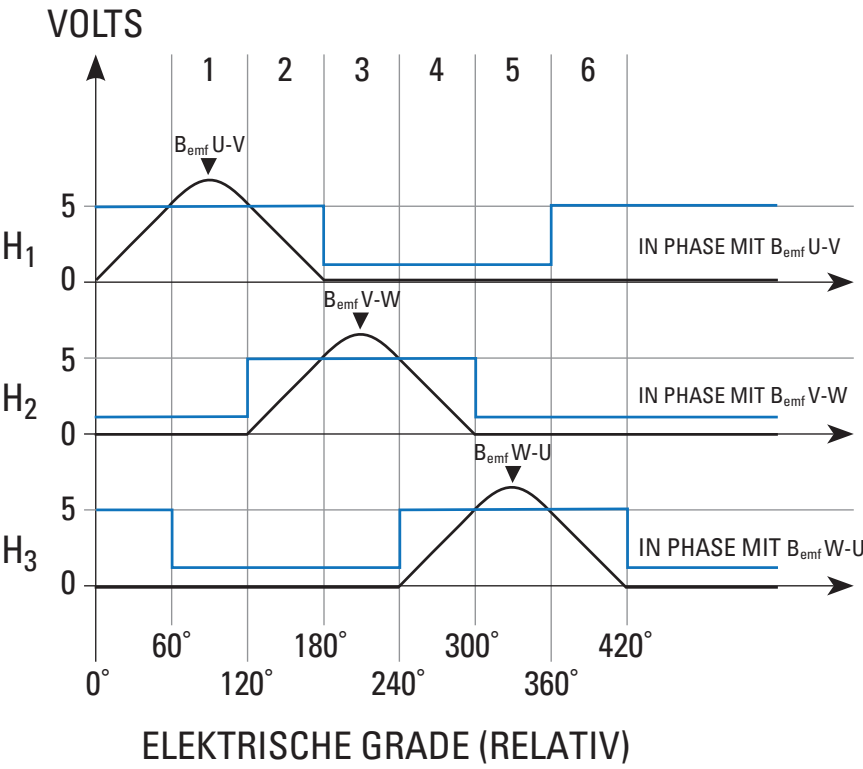
Farbe	Funktion (alt)
Braun	Hall 1 (U-V)
Orange	Hall 2 (V-W)
Gelb	Hall 3 (W-U)
Blau	+5 bis 24 VDC
Grün	Masse

Sensor-Schaltbild



Sensor-Ausgangs-Diagramm

U, V, W synchronisiert für Rechtsdrehung von der Leiterplatte/dem Leitungsausgange gesehen



2.4 Begriffsdefinitionen für technische Daten

Maximales Dauerstillstandsmoment, T_{mc} [Nm]: Das maximale Dauerstillstandsmoment kann bei niedriger Drehzahl und Nennumgebungsbedingungen unbegrenzt aufrechterhalten werden. Es kann zu einer zusätzlichen Reduzierung kommen, wenn die Geschwindigkeit nicht hoch genug ist, um eine gleichmäßige Wärmeverteilung über die Phasen zu erreichen. Dieser Wert geht von einer Umgebungstemperatur von 25 °C aus.

Maximaler Dauerstrom, I_{mc} [A_{eff}]: Der maximale Dauerstrom ist der effektive sinusförmige Strom, den der Motor bei niedriger Drehzahl aufnimmt, um das maximale Dauerstillstandsmoment zu erzeugen.

Maximale mechanische Drehzahl, N_{max} [U/min]: Die maximale mechanische Drehzahl ist die höchste Drehzahl, die der Motor erreichen kann. Begrenzt durch mechanische Faktoren wie z. B. die Haftkraft der Magnetverbindung.

Spitzendrehmoment, T_p [Nm]: Das Spitzendrehmoment kann für kurze Zeit aufrechterhalten werden, abhängig von den Umgebungsbedingungen und dem gesamten Arbeitszyklus. Dieser Wert kann auch aufgrund der Spezifikationen des Antriebs und der Versorgungsspannung begrenzt sein.

Spitzenstrom, I_p [A_{eff}]: Der Spitzenstrom des Motors (effektiver sinusförmiger Wert) ist das Dreifache des Dauerstroms. Der tatsächliche Wert ist der jeweils geringere Wert des Spitzenstroms des Motors oder des Spitzenstroms des verwendeten Antriebs.

Nenndrehmoment, T_{rtd} [Nm]: Das Nenndrehmoment wird abgegeben, wenn der Motor bei Nenndrehzahl Nennstrom aufnimmt. Das Nenndrehmoment kann im Dauerbetrieb (N_{rtd}) bei Nenndrehzahl unbegrenzt lange erzeugt werden. Dieser Wert geht von einer Umgebungstemperatur von 25 °C aus.

Drehmomentkonstante, K_t [Nm/A_{eff}]: Die Drehmomentkonstante gibt an, wie viel Drehmoment der Motor pro Stromeinheit erzeugt. Gemessen bei sowohl bei 25 °C Umgebungstemperatur als auch bei 155 °C Wicklungstemperatur.

Gegen-EMK-Konstante, K_e [V_{eff}/krpm]: Die BEMF-Konstante definiert die induzierte Motor-Gegen-EMK als effektiven sinusförmigen Wert zwischen zwei Klemmen pro 1.000 U/min. Gemessen bei sowohl bei 25 °C Umgebungstemperatur als auch bei 155 °C Wicklungstemperatur.

Motorkonstante, K_m [Nm/√W]: Diese Konstante wird in der Regel verwendet, um die Leistungsdichte von Motoren bei oder nahe dem Stillstand zu vergleichen. Sie gibt an, wie viel Drehmoment der Motor mit einer bestimmten Leistung erzeugen kann. Dieser Wert wird mit dem K_t und dem Widerstand bei 25 °C Wicklungstemperatur angegeben.

Widerstand, R_m [Ω]: Der Widerstand wird von Leitung zu Leitung und an der Leiterplatte gemessen. Der Wert beinhaltet nicht den Widerstand der Motorleitungen. Der Widerstandswert gilt bei 25 °C und steigt mit der Temperatur der Wicklung.

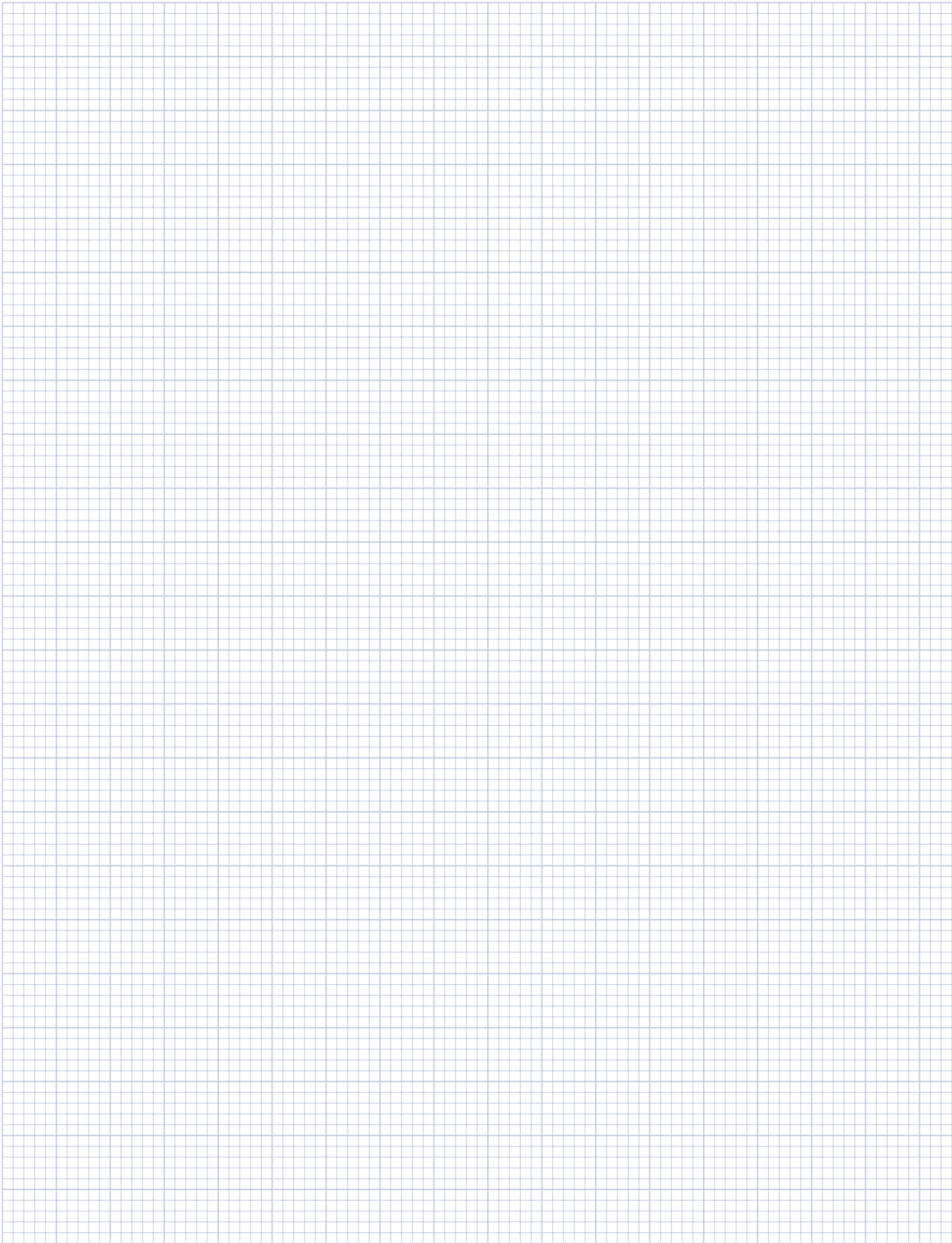
Induktivität, L [mH]: Die Induktivität wird von Leitung zu Leitung und an der Leiterplatte gemessen. Dies ist die durchschnittliche Induktivität des Motors in Bezug auf die Rotorposition. Dieser Wert wird bei 25 °C Wicklungstemperatur gemessen.

Rotorträgheitsmoment, Jm [kg-cm²]: Das Rotorträgheitsmoment beeinflusst die Winkelbeschleunigung Ihres Motors. Dieser Wert gilt nur für Standardkomponenten der Feldbaugruppe (Feldgestell und Ringmagnet). Vom Kunden bereitgestellte Komponenten verändern das Gesamtträgheitsmoment.

Statische Reibung, Tf [Nm]: Die statische Reibung ist das Drehmoment, das überwunden werden muss, damit sich der Motor dreht. Es ist die Kombination aus den Hystereseverlusten bei niedriger Drehzahl und der Spitze des Rastmoments. Sie beinhaltet keine Lagerverluste im System. Diese Reibung sollte bei der Berechnung der Rotationsverluste des Motors bei Drehzahl nicht berücksichtigt werden.

Wärmewiderstand, Rthw-a [Grad C/Watt]: Der Wärmewiderstand ist ein Maß für den Temperaturanstieg im stationären Zustand pro Einheit der durch Verluste abgeleiteten Energie. Dieser Wert setzt voraus, dass der TBM2G-Motor in einem Gehäuse untergebracht und auf einem Aluminium-Kühlkörper montiert ist, wie auf dem entsprechenden CD-Blatt oder einem gleichwertigen Produkt beschrieben.

Notes



2 mm divisions

3 Español

3.1 General

3.1.1 Acerca de este manual

En este manual se describe los motores sin carcasa de TBM2G (versión estándar). Si los motores de TBM2G funcionan en sistemas de accionamiento junto con Kollmorgen® servocontroladores, consulte la documentación del sistema completo, formada por:

- Manual de instalación para servocontroladores
- Manual de comunicación de bus de campo (p. ej., CANopen o EtherCAT)

Puede encontrar más información general en la Red del desarrollador de Kollmorgen, disponible en kdn.kollmorgen.com.

3.1.2 Abreviaturas usadas

NOTE

- Encontrará las abreviaturas usadas para los datos técnicos en Definición de términos.
- En este documento, el símbolo (→ # 25) se refiere a: consulte la página 25.

3.1.3 Símbolos usados

Símbolo	Indicación
 PELIGRO	Indica una situación peligrosa que, si no se evita, provocará la muerte o heridas graves.
 ADVERTENCIA	Indica una situación peligrosa que, si no se evita, podría provocar la muerte o heridas graves.
 ATENCIÓN	Indica una situación peligrosa que, si no se evita, podría provocar heridas leves o moderadas.
NOTICE	Indica situaciones que, si no se evitan, podrían causar daños materiales.
NOTE	Este símbolo indica notas importantes.
	Advertencia de peligro (general). En el texto que aparece junto al símbolo se especifica el tipo de peligro.
	Advertencia de peligro por electricidad y sus efectos.
	Advertencia de peligro por superficie caliente.
	Advertencia de cargas suspendidas.

3.1.4 Seguridad

3.1.4.0.1 Notas de seguridad



ADVERTENCIA para marcapasos

Los potentes campos magnéticos que se producen mientras el rotor magnético no está instalado suponen un peligro para personas con implantes, como marcapasos cardíacos, que podrían verse afectados por los campos magnéticos. Como norma general, todas las personas cuya salud pueda deteriorarse como consecuencia de la influencia de los potentes campos magnéticos debería mantenerse a una distancia de seguridad de al menos 1 metro del rotor.



PRECAUCIÓN por campo magnético

Los potentes campos magnéticos que se producen suponen un peligro para personas con implantes que podrían verse afectados por los campos magnéticos. Como norma general, todas las personas cuya salud pueda deteriorarse como consecuencia de la influencia de los potentes campos magnéticos debería mantenerse a una distancia de seguridad de al menos 1 metro del motor.

Las tareas de transporte, instalación, puesta en funcionamiento y mantenimiento solo las deben realizar trabajadores debidamente cualificados. Los trabajadores debidamente cualificados son aquellos que están familiarizados con el transporte, montaje, instalación, puesta en funcionamiento y manejo de los motores, y tienen las cualificaciones necesarias para su trabajo. El personal cualificado debe conocer y cumplir los siguientes estándares y directivas: IEC 60364, 60662 y las normas nacionales de prevención de accidentes.

Las recomendaciones incluidas en este documento están destinadas a servir como directrices generales para la instalación y solo deben usarse como referencia.

Kollmorgen no asume ninguna responsabilidad por la implementación incorrecta de estas técnicas, que será responsabilidad exclusiva del usuario.



PRECAUCIÓN, lleve guantes

Lleve siempre guantes cuando trabaje en el motor

Lea la documentación disponible antes de realizar la instalación y la puesta en marcha. La manipulación incorrecta de los componentes del motor puede causar heridas y daños a personas y equipos. Se debe tener especial cuidado al instalar el rotor dentro del estátor del motor. Puede que sea necesario utilizar herramientas o accesorios.



PRECAUCIÓN por campo magnético

Los potentes campos magnéticos atraen objetos metálicos y crean posibles riesgos para la seguridad de manos y dedos. Durante el trabajo en o cerca de los motores TBM2G, asegúrese de tener a mano al menos dos cuñas de punta fina de un material resistente y no magnético, por ejemplo, el V2A (con un ángulo de cuña de aprox. 10°-15°) y un martillo no metálico (aprox. 3 kg). En caso de emergencia, podrá utilizar estas herramientas para despegar objetos unidos magnéticamente al rotor magnético (por ejemplo, para liberar partes del cuerpo atrapadas).

Mantenga relojes, soportes de registros magnéticos (tarjetas de crédito, disquetes, etc.) y pantallas digitales (teléfonos móviles, ordenadores portátiles, etc.) alejados (> 500 mm) del motor TBM2G. Debido a la potencia de las fuerzas de atracción, deberá tener un cuidado especial dentro de un radio de 50 mm del rotor magnético. En esta zona, no se deberán tener en la mano objetos pesados (> 1 kg) o de grandes proporciones (> 1 dm²) de acero o hierro.

Nunca se debe almacenar el rotor sin empaquetar. Utilice materiales de embalaje no magnéticos de un grosor mínimo de 20 mm. El lugar de almacenamiento debe estar seco y protegido del calor. No exponga el rotor del motor a una temperatura superior a 110 °C, a menos que esté instalado dentro del estátor. Las temperaturas superiores a 110 °C pueden desmagnetizar los imanes del rotor.

Ponga señales de advertencia en el lugar que se almacenen los motores: Precaución: IMANES POTENTES

Ponga señales de advertencia fácilmente visibles (p. ej., etiquetas autoadhesivas) en la máquina. Precaución: los sistemas de esta máquina contienen imanes potentes. CAMPOS MAGNÉTICOS POTENTES + ALTAS FUERZAS DE ATRACCIÓN



¡PELIGRO! Conexión a tierra ¡Altas tensiones!

Es obligatorio asegurarse de que las piezas metálicas del estátor del motor estén conectadas correctamente a tierra a través de la barra colectora PE (tierra de protección) en el armario eléctrico. No se puede garantizar la seguridad del personal sin una puesta a tierra de baja resistencia. Consulte la sección Conexión a tierra en las Directrices de montaje e instalación de esta documentación para obtener información más detallada.

Las conexiones eléctricas podrían llevar tensión aunque el motor no se mueva. No manipule nunca las conexiones eléctricas de los motores cuando haya tensión presente. En casos desfavorables, esto podría causar la formación de arcos eléctricos y causar heridas y daños a las personas y el equipo.

3.1.5 Nota importante

¡Se requiere personal especializado!

Solamente se permite al personal cualificado realizar tareas como el transporte, el montaje, la configuración y el mantenimiento. Los trabajadores cualificados y especializados son personas que están familiarizadas con el transporte, la instalación, el montaje, la puesta en marcha y el funcionamiento de motores, y que disponen de las correspondientes calificaciones profesionales.

- **Transporte:** solo por personal con conocimientos en la manipulación de componentes sensibles a la electricidad electrostática.
- **Instalación mecánica:** solo por personal con formación mecánica.
- **Instalación eléctrica:** solo por personal con formación en electrotecnia.
- **Configuración:** solo personal cualificado con amplios conocimientos de ingeniería eléctrica y tecnología de accionamientos

El personal cualificado debe conocer y cumplir con las normas IEC 60364/IEC 60664 y las normas nacionales de prevención de accidentes.

¡Lea la documentación!

Lea la documentación disponible antes de realizar la instalación y la puesta en marcha. El manejo inadecuado del estátor/rotor puede causar daños personales o materiales. Por lo tanto, el operario debe asegurarse de que todas las personas que deban trabajar con el motor sin carcasa hayan leído y entendido el manual y que cumplan con las advertencias de seguridad que se incluyen ahí.

¡Preste atención a los datos técnicos!

Respete los datos técnicos y las especificaciones sobre las condiciones de conexión (clasificaciones eléctricas en Technical Data). Si se superan los valores de tensión permitidos, los motores sin carcasa podrían resultar dañados, por ejemplo, por sobrecalentamiento.

¡Realice una evaluación de riesgos!

El fabricante de la máquina debe generar una evaluación de riesgos para la máquina y tomar las medidas apropiadas para asegurar que ningún movimiento imprevisto pueda provocar lesiones a alguien o daños materiales. De la evaluación de riesgos pueden surgir requisitos adicionales para el personal especializado.



¡PRECAUCIÓN! Superficie caliente

Las superficies de los motores TBM2G pueden estar muy calientes durante el funcionamiento, según su categoría de protección. ¡Riesgo de quemaduras leves! La temperatura de la superficie puede superar los 155° C.

- Mida la temperatura y espere a que el motor TBM2G se haya enfriado por debajo de los 40 °C antes de tocarlo.



¡PELIGRO! Conexión a tierra ¡Altas tensiones!

Es fundamental garantizar que el motor TBM2G esté conectado de forma segura a la barra colectora de la puesta a tierra de protección (PE) en el armario de distribución. Riesgo de descargas eléctricas. Sin una puesta a tierra de baja resistencia, no es posible garantizar la protección personal y existe riesgo de muerte por descarga eléctrica.

- No tener monitores ópticos no garantiza la ausencia de tensión. Las conexiones eléctricas pueden tener tensión aunque el rotor no esté girando.
- No desenchufe ninguna conexión durante el funcionamiento. Si se tocan los contactos expuestos al exterior, existe riesgo de muerte o de lesión grave. Las conexiones eléctricas pueden tener corriente cuando el rotor no está girando. Esto puede provocar descargas disruptivas y resultar en lesiones a las personas y daño a los contactos.
- Tras desconectar el servomotor de la tensión de entrada, espere varios minutos antes de tocar los componentes que normalmente tienen corriente (p. ej., contactos, conexiones con tornillos) o de abrir las conexiones.
- Los condensadores del servomotor aún pueden tener una tensión peligrosa varios minutos después de desconectar las tensiones de entrada. Para garantizar la seguridad, mida la tensión de la conexión de CC y espere hasta que la tensión haya caído por debajo de los 60 V.

Usar según las indicaciones ("Uso previsto")

- Solo se permite usar los motores con las condiciones ambientales que se describen en este documento.
- Esta serie de motores está destinada exclusivamente para funcionar por servoaccionamiento.
- Los motores se instalan como componentes en máquinas o aparatos eléctricos y solo se pueden poner en marcha como componentes integrales de dichas máquinas o aparatos.
- El usuario final asume la responsabilidad de que la máquina cumpla estas directrices.

3.1.6 Uso prohibido

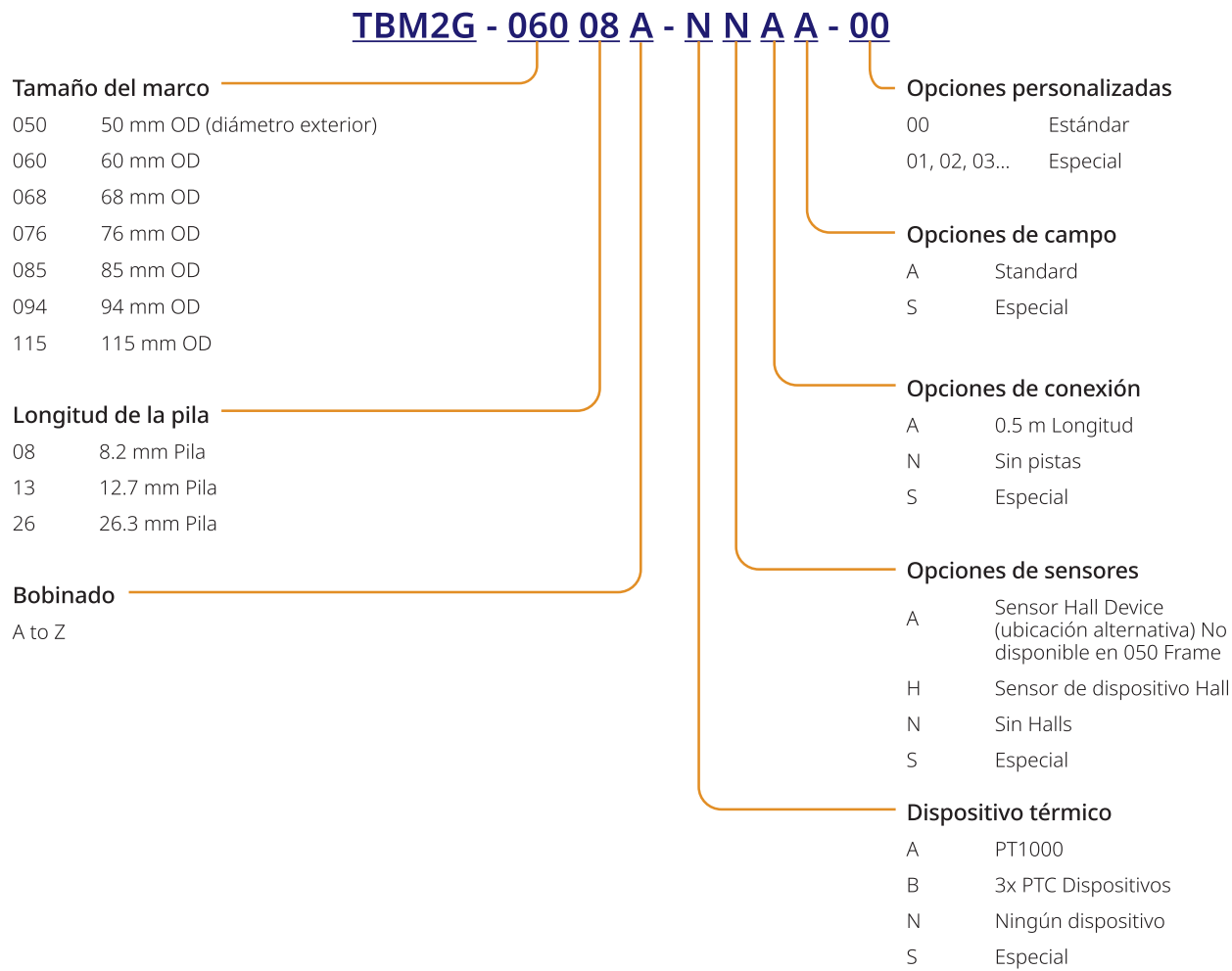
Se prohíbe el uso de los motores en los siguientes entornos sin consultar con Kollmorgen el servicio al cliente:

- áreas potencialmente explosivas
- entornos con ácidos conductores corrosivos y/o eléctricos, soluciones alcalinas, aceites, vapores, polvo
- vacío
- directamente en la red de abastecimiento, red eléctrica

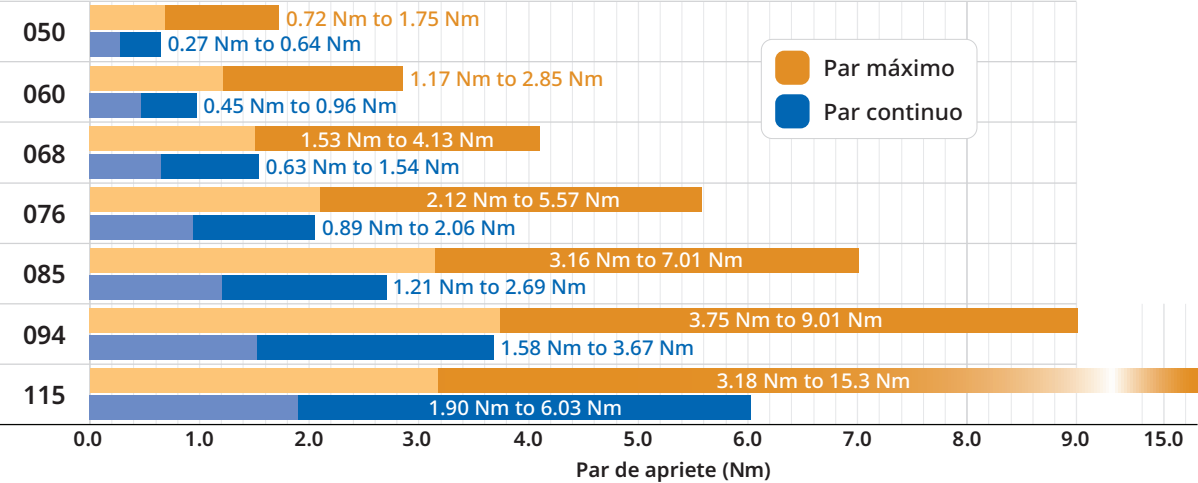
No se permite poner en marcha el motor si la máquina en la que está instalado

- no cumple los requisitos de la Directiva sobre maquinaria de la CE
- no cumple con la Directiva sobre compatibilidad electromagnética
- no cumple con la Directiva sobre equipos de baja tensión

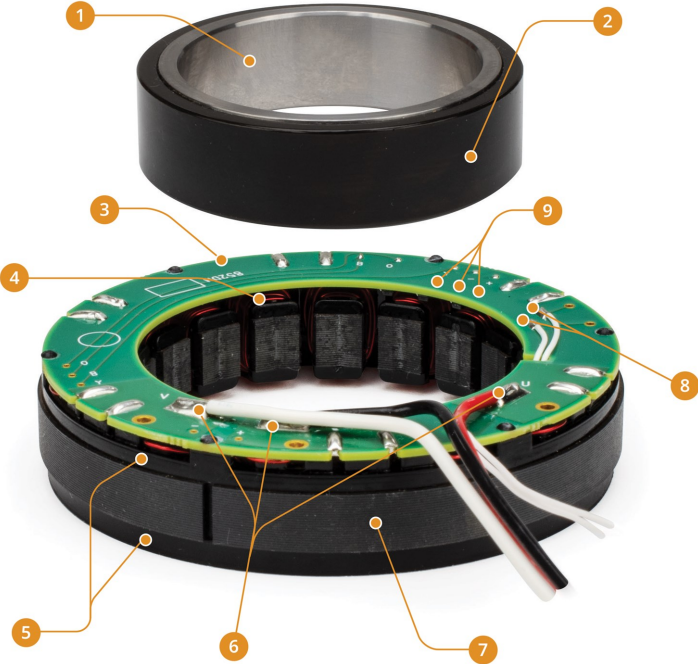
3.1.7 Nomenclatura modelo



3.1.8 Resumen de par de torsión



3.1.9 Diagrama de materiales de componentes



- 1. Yugo
 - Material: acero inoxidable de la serie 400
- 2. Imán anular
 - Material: NdFeB (neodimio)
 - Revestimiento: epoxi
- 3. Panel de circuito impreso (PCB)
- 4. Bobina
 - Material: cobre
 - Revestimiento: barniz
- 5. Aislantes de extremos
 - Material: resina polimérica
- 6. Cables de alimentación
- 7. Pila de laminado
 - Material: acero eléctrico
- 8. Dispositivos térmicos opcionales (instalados bajo el PCB)
 - PT1000
 - PTC Avalanche (3 en series)
- 9. Sensores de hall opcionales (instalados bajo el PCB)
 - Allegro A1260

3.2 Directrices de almacenamiento, funcionamiento y transporte

3.2.1 Almacenamiento

Categoría climática	1K4 según IEC 60721-3-1, EN61800-2.
Temperatura de almacenamiento	-25 a +55 °C, como máximo variación de 20 °K por hora
Humedad	humedad relativa del 5 % al 95 %, sin condensación
Tiempo de almacenamiento	ilimitado

NOTE

Solo almacene motores en el embalaje original del fabricante.

3.2.2 Funcionamiento

Temperatura ambiente (con valores nominales)	De -20 a +40 °C con altitudes de hasta 1000 m sobre el nivel del mar
Humedad permitida (con valores nominales)	95 % de humedad relativa, sin condensación
Reducción de potencia (corrientes y pares)	Sin reducción de potencia con altitudes superiores a los 1000 m sobre el nivel del mar con reducción de la temperatura de 10 °K/1000 m Debe garantizar que la temperatura de la bobina no supere los 155 °C.

3.2.3 Transporte

Categoría climática	2K3 según EN61800-2, IEC 60721-3-2
Temperatura de almacenamiento	-25 a +70 °C, como máximo variación de 20 °K/hora
Humedad	humedad relativa del 5 % al 95 %, sin condensación

NOTE

Evite las descargas. En caso de que el embalaje esté dañado, compruebe que las piezas del motor no tengan daños visibles. Informe de ello al transportista y, en caso necesario, al fabricante.

3.2.4 Desembalaje

El conjunto de estátor y rotor se envía normalmente junto en un solo paquete o grupo de paquetes. Hay disponibles grupos de paquetes personalizados como opción especial. El rotor y el estátor se separan mediante material de embalaje para que no choquen entre sí como consecuencia de las potentes fuerzas magnéticas. Durante el desembalaje, tome precauciones para mantener las piezas separadas y evitar que el rotor de alto magnetismo impacte con otros objetos.

Si lo solicita, el estátor puede contener dispositivos de sensor de Hall. Estos dispositivos son susceptibles a daños por electricidad estática. Se utilizan bolsas ESD en el envío de estátors con dispositivos de Hall. Durante el desembalaje, se deberán tomar medidas para continuar la protección ESD.

3.3 Directrices de instalación y montaje

① IMPORTANT

Las recomendaciones incluidas en este Kollmorgen manual están destinadas a servir como directrices generales para la instalación y solo debes usarse como referencia. Kollmorgen no asume ninguna responsabilidad por la implementación incorrecta de estas técnicas, que será responsabilidad exclusiva del usuario.

3.3.1 Definiciones de Conjunto de campo y armazón

Conjunto del armazón (estátor)

El conjunto del armazón es la parte fija del motor sin carcasa. Este conjunto está formado por laminaciones de acero magnético, bobinas y el conjunto de cables conductores. También contiene opciones adicionales, como los dispositivos de Hall y los sensores térmicos.

Conjunto de campo (rotor)

El conjunto del campo es la parte móvil del motor sin carcasa. Este conjunto está formado por un imán anular de tierras raras y un barzón.

Motor sin carcasa (conjunto)

Un motor fabricado y enviado en partes separadas: estátor y rotor. Las partes individuales pueden montarse en una carcasa, eje y sistema de rodamiento fabricado por el usuario final.

3.3.2 Responsabilidades de la interfaz de usuario

Para garantizar un rendimiento y fiabilidad correctos para el motor una vez instalado en el sistema, el usuario será responsable de diseñar la interfaz de montaje usando la siguiente información como directriz. El usuario es responsable de diseñar el eje del motor, carcasa para el estátor, sistema de rodamiento, los detalles del diseño de la carcasa, la selección de material, los cálculos de ajuste y los análisis de tolerancia según las necesidades de la aplicación prevista.

3.3.2.1 Rodamientos

El sistema de rodamiento suministrado por el usuario en la aplicación del motor debe demostrar tener suficiente rigidez para mantener una holgura uniforme y firme entre el rotor y el estátor en cualquier condición de funcionamiento. Una holgura uniforme incluye límites de desviaciones y concentricidad entre el rotor y el estátor.

3.3.2.2 Materiales de montaje del estátor

Se sugiere el uso de una carcasa metálica o estructura de abrazaderas para montar firmemente el estátor para garantizar la mejor ruta conductora del disipador térmico y una buena integridad estructural. Se recomiendan las aleaciones de aluminio por su mejor conductividad térmica y relación entre fuerza y peso, aunque las aleaciones de acero inoxidable (serie 300 o equivalente) son una alternativa válida para aplicaciones con menos requisitos térmicos. El acero al carbono, el hierro fundido, las aleaciones inoxidables de la serie 400 y otros metales ferrosos que conduzcan el flujo magnético son las opciones menos recomendadas para el montaje del estátor. Consulte con un ingeniero de Kollmorgen para recibir asistencia si utiliza estos metales. No utilice plásticos u otros materiales aislantes térmicamente similares, ya que afectan negativamente a la capacidad del disipador térmico del sistema y hacen que sea necesario reducir drásticamente el rendimiento del motor.

3.3.2.3 Materiales de montaje del rotor

El rotor magnetizado puede instalarse en cualquier eje metálico que elija el usuario. El acero al carbono y el acero inoxidable son los materiales más utilizados en los ejes, aunque en ocasiones se utilizan aleaciones de aluminio cuando están diseñadas correctamente para el par de torsión y rango operativo térmico previstos. El método utilizado para fijar el rotor al eje puede influir en cuál sea el material ideal y en las elecciones de tolerancia para el eje. El eje no necesita soportar el flujo o el funcionamiento como parte del circuito magnético para alcanzar el rendimiento nominal con un motor sin escobillas de Kollmorgen.

3.3.2.4 Conexión a tierra



Cuando está instalada en la aplicación, la pila laminada (o el revestimiento externo de metal expuesto) del estátor debe estar en el mismo potencial de tierra eléctrica que el chasis del sistema y el chasis del servocontrolador. Si no garantiza esta ruta a tierra en común, la aplicación podría producir un sonido eléctrico y supone un riesgo de descarga eléctrica. El riesgo de descarga está especialmente presente cuando se utilizan motores con un alto número de polos y alta capacitancia. Normalmente, si el estátor se ha instalado con componentes metálicos conductores de la electricidad se habrá conseguido una ruta de tierra sólida entre la pila de laminado del estátor y el chasis de la máquina. Kollmorgen recomienda comprobar la continuidad para confirmar que la ruta a tierra es correcta antes de encender el sistema de motores. En algunas aplicaciones, dependiendo de la configuración de montaje y los materiales elegidos, podría ser necesario utilizar un cable de tierra conductor independiente. En estos casos, el usuario es el responsable de la instalación de la ruta a tierra y de la comprobación eléctrica.

3.3.2.5 Instrucciones básicas de montaje



La serie TBM2G de Kollmorgen y otros motores sin carcasa ni escobillas utilizan imanes de tierras raras de alto rendimiento. Tenga extremo cuidado durante el manejo o el transporte para evitar heridas o daños al producto. Las fuerzas de atracción entre rotores magnetizados y los objetos metálicos cercanos pueden ser extremadamente potentes. Un manejo inadecuado puede ocasionar impactos repentinos inesperados. El potente campo magnético también puede dañar ordenadores, pantallas y dispositivos de almacenamiento de memoria cercanos. Mantenga el rotor en su embalaje de envío o envuelto para su protección hasta que se vaya a instalar. Esta práctica ayudará a evitar accidentes y prevenir la contaminación como, por ejemplo, de virutas metálicas y residuos que tienden a pegarse a los imanes.

A continuación encontrará un proceso de montaje genérico que puede seguir para insertar un rotor (conjunto de campo) en un estátor (conjunto del armazón)

1. Monte la carcasa del cliente con seguridad en una superficie estable para evitar cualquier movimiento repentino.
2. Deslice el estátor dentro de la carcasa y fíjelo conectando o sujetando el estátor como se muestra en las Prácticas de montaje del estátor.
3. Deslice el rotor en el eje del cliente y fíjelo conectando o sujetando el rotor como se muestra en las Prácticas de montaje del estátor.

CAUTION

Los imanes de tierras raras pueden agrietarse y astillarse. Tenga cuidado de que el imán no se caiga y evite los impactos con otras superficies al montar el rotor en el eje.

4. Antes de insertar el conjunto de rotor/eje en el conjunto de estátor/carcasa, Kollmorgen recomienda instalar primero una fina capa de material de compensación, como las láminas Mylar®, en el orificio interior del estátor.
 - Se puede instalar una lámina Mylar en una sola pieza enrollada completamente alrededor de la circunferencia del orificio del estátor o en varias piezas insertadas axialmente separadas uniformemente. El grosor óptimo de la lámina y el número de láminas necesarias dependerá del espacio libre entre el rotor y el estátor para el tamaño de motor específico que el usuario desea instalar. Consulte el gráfico de Espacio libre para recorrido radial como referencia.

CAUTION

Cuando el usuario intente instalar el rotor, la superficie exterior de este podría adherirse a punto más cercano del orificio interior del estátor debido a las fuerzas magnéticas. La fricción resultante al deslizar el rotor dentro del estátor podría dañar la banda, imanes o revestimiento del rotor o la superficie del orificio del estátor.

5. Inserte el rotor lenta y suavemente a lo largo de la línea axial central para colocar el rotor dentro del estátor. Puede hacerlo a mano o con un accesorio de instalación personalizado.
6. Instale los rodamientos necesarios en el conjunto del rotor para mantener la alineación del eje antes de retirar las láminas de compensación.
7. Retire el material de compensación del hueco de aire entre el rotor y el estátor antes de ponerlo en funcionamiento.

Espacio libre recorrido radial típico

		Tamaño de carcasa TBM2G						
		050	060	068	076	085	094	115
Hueco mecánico nominal	mm	0,26	0,29	0,26	0,26	0,26	0,26	0,40
	pulg.	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,016
El usuario deberá tener en cuenta los requisitos de concentricidad indicados en cada diagrama de Kollmorgen específico de su modelo. Seleccione rodamientos con la menor fricción posible y lubricante de alta calidad para minimizar la fricción en el sistema en general, lo que hará posible que el motor funcione perfectamente.								

3.3.3 Prácticas de montaje del estátor

Kollmorgen sugiere las siguientes opciones para instalar el estátor del motor dependiendo del par de torsión, la vibración y las características térmicas de la aplicación, así como el coste, la facilidad de montaje y mantenimiento que desee el usuario.

3.3.3.1 Conexión del estátor

NOTE

Se deben limpiar las superficies del estátor y la carcasa cuidadosamente antes de la conexión para garantizar una buena adhesión. Consulte la hoja de datos del adhesivo que vaya a utilizar para ver las técnicas de limpieza según el material de la carcasa.

En la mayoría de los casos, los motores del rango de par máximo general de hasta 2400 Nm pueden tener el estátor conectado con resina epoxi estructural, como la Scotch-Weld™ 2214 de 3M™ u otros adhesivos similares. La conexión es la técnica de instalación permanente recomendada para todos los estatores TBM2G. Como se muestra en las ilustraciones de la conexión del estátor, para utilizar el adhesivo correctamente la carcasa del estátor debe tener forma de vaso cilíndrico, con un pequeño hombro para la posición axial en un extremo y abierto en el otro. El hombro sirve como punto de parada en el que el estátor puede apoyarse cuando se inserta desde el extremo abierto y, por lo general, debe dejar libre el diámetro exterior máximo de la última vuelta del bobinado como se indica en el diagrama. Es necesario relieves de esquina para que se adapte a las curvas cerradas de las laminaciones del estátor. Un pequeño chaflán interno en el extremo abierto del vaso de la carcasa facilita la inserción del estátor. Si se realizan los procedimientos de montaje con la carcasa del estátor acostada [axis de rotación vertical], la presión hidrostática del adhesivo estructural ayudará al estátor a centrarse por sí solo en su carcasa.

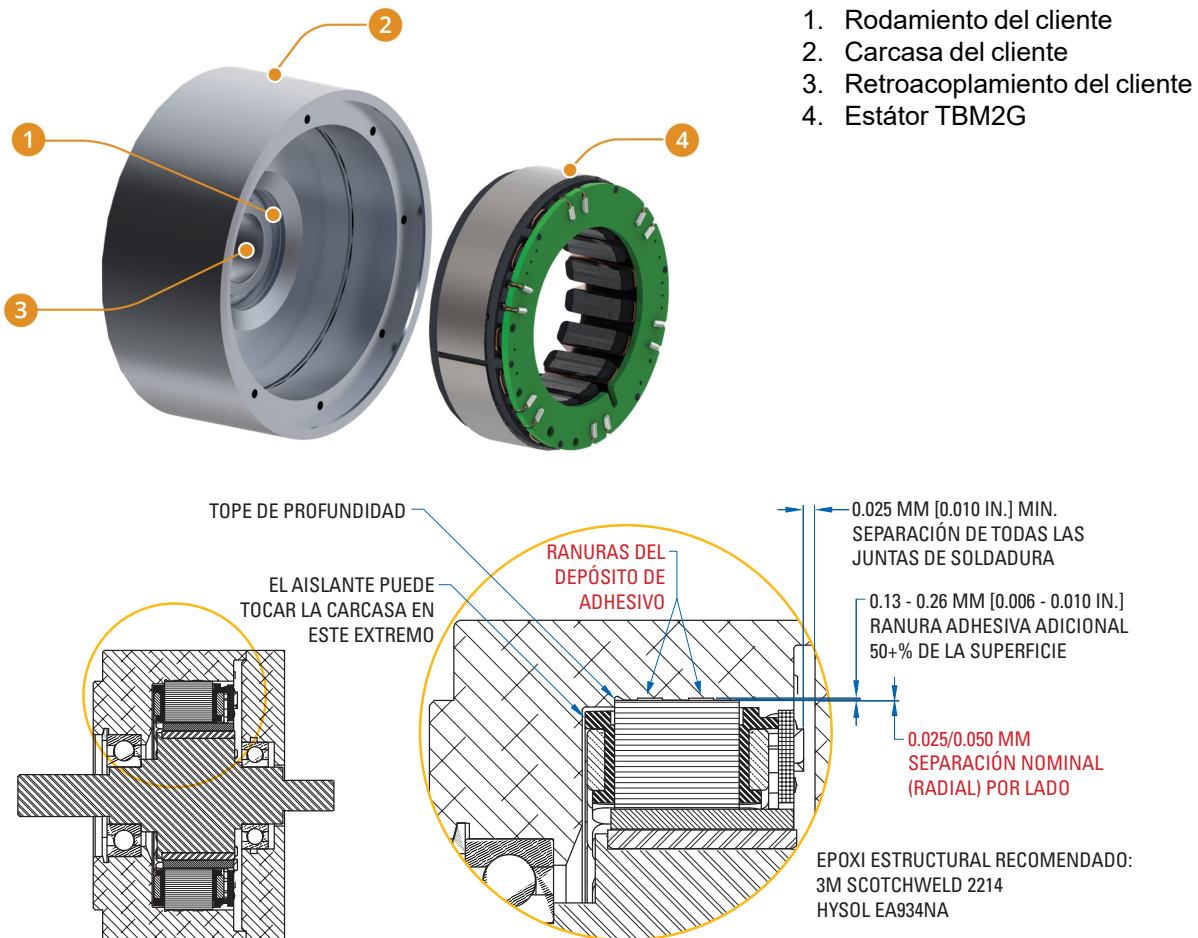


Figure 6-1: Ilustraciones de la conexión del estátor

La temperatura extrema puede crear un posible problema debido a los coeficientes de expansión desiguales [p. ej., laminaciones de acero VS carcasa de aluminio]. El usuario debe consultar al fabricante del adhesivo para recibir instrucciones sobre el grosor correcto de la línea de unión, el proceso de aplicación y el secado. Las ranuras del diámetro interior de la carcasa que aparecen en las ilustraciones de la conexión del estátor sirven como depósitos de adhesivo para que la gruesa capa de resina epoxi estructural ofrezca una gran fuerza de torsión en un amplio rango de temperaturas. Si utiliza una capa gruesa de epoxi, el diámetro interior del vaso de la carcasa debería ser aproximadamente 0,05 mm - 0,1 mm mayor que el diámetro exterior máximo del estátor. Cuando se usa de la forma recomendada por el fabricante, estos agentes de unión ofrecen una fuerza y duración excelentes con el paso del tiempo.

Si se prefiere un compuesto de retención, como el LOCTITE® 640™ u otro adhesivo similar, a la resina epoxi estructural, deberá vigilar que el espacio libre entre el diámetro interior de la carcasa y el diámetro exterior del estátor sea más reducido para mantener un grosor adecuado de la línea de unión. Consulte las directrices del fabricante del adhesivo para ver sus recomendaciones.

NOTICE

El usuario asume la responsabilidad de seleccionar un adhesivo adecuado y de diseñar una carcasa con dimensiones basadas en el ritmo de aumento térmico esperado para las temperaturas extremas previstas de la aplicación. La temperatura de secado del adhesivo no puede superar los 155 °C para evitar dañar el estátor del motor.

3.3.3.2 Sujeción del estátor

Para aplicaciones en las que pueda ser necesario instalar y retirar el estátor del sistema repetidamente, la sujeción axial puede ser una opción aceptable. Kollmorgen no recomienda esta técnica por lo general para aplicaciones con muchos choques y vibraciones ni para aplicaciones con temperaturas extremas sin prestar especial atención al diseño. La carcasa del estátor que se muestra en la siguiente ilustración es muy similar a la técnica de unión por epoxi. Cuando utilice la técnica de sujeción para montar el estátor, el diámetro interior del vaso de la carcasa debe ser aproximadamente 0,025 mm - 0,050 mm mayor que el diámetro máximo exterior del estátor. Si así lo desea, el espacio radial pequeño entre el diámetro exterior del estátor y el diámetro interior de la carcasa puede llenarse con un compuesto térmico para una conducción más eficiente hacia el disipador térmico.

NOTE

Tenga cuidado para evitar contaminar las superficies de unión axial con grasas que podrían reducir la fricción de la fijación.

La función de hombro mecanizado sirve como punto de parada y ubicación contra el que puede apoyarse el estátor cuando sea necesario insertarlo. Se requiere un anillo abrazadera distinto en el extremo opuesto del estátor, atornillado en la carcasa con entre 4 y 12 sujeciones separadas uniformemente. Con las dimensiones proporcionadas en el diagrama, maximice la superficie de sujeción. Esto minimizará la tensión que la sujeción ejerce en el estátor. Diseñe la profundidad de perforación en la carcasa para asegurar que el anillo de sujeción esté en contacto con el núcleo del estátor antes de entrar en contacto con la carcasa con cualquier tolerancia y condición de temperatura. Sujetarlo en la superficie de la carcasa antes que en el estátor hará que la fuerza de sujeción no sea suficiente. Consulte el diagrama para ver las tolerancias del estátor. Las presiones de sujeción dependen del área de la superficie y de la fuerza de sujeción. La presión de sujeción debe estar en el rango de 5 a 20 Mpa (de 725 psi a 2900 psi). Deberá tomar medidas para evitar presiones de sujeción excesivas. Las presiones extremas causarán mayores pérdidas en el núcleo al funcionar a velocidades de giro altas. También deberá garantizar que haya suficiente precarga en los tornillos de apriete. Esto, junto con locker de rosca extraíble, ayudará a evitar que los tornillos de apriete se aflojen tras un amplio uso.

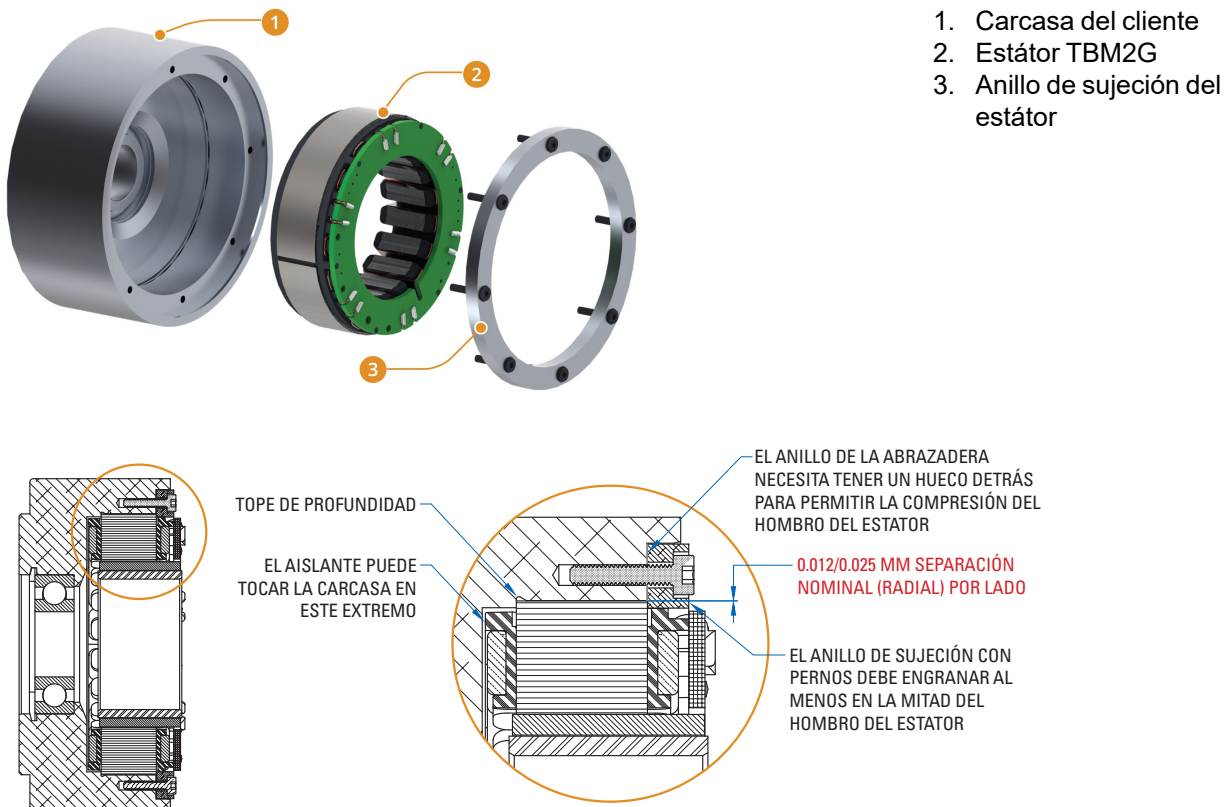


Figure 6-2: Ilustraciones de la sujeción del estátor

3.3.4 Prácticas de montaje del rotor



La serie TBM2G de Kollmorgen y otros motores sin carcasa ni escobillas utilizan imanes de tierras raras de alto rendimiento. Tenga extremo cuidado durante el manejo o el transporte para evitar heridas o daños al producto. Las fuerzas de atracción entre rotores magnetizados y los objetos metálicos cercanos pueden ser extremadamente potentes. Un manejo inadecuado puede ocasionar impactos repentinos inesperados. El potente campo magnético también puede dañar ordenadores, pantallas y dispositivos de almacenamiento de memoria cercanos. Mantenga el rotor en su embalaje de envío o envuelto para su protección hasta que se vaya a instalar. Esta práctica ayudará a evitar accidentes y prevenir la contaminación como, por ejemplo, de virutas metálicas y residuos que tienden a pegarse a los imanes.

3.3.4.1 Control de la desviación radial



Los diagramas específicos para el modelo de Kollmorgen indican el requisito de montaje relacionado con la desviación del diámetro interior del rotor o el diámetro exterior del estátor. La flecha representa requisito de desviación del diámetro exterior del eje al diámetro interior de la carcasa. El usuario es responsable de diseñar el eje, la carcasa y el sistema de rodamiento para que se adapte al límite de desviación especificado entre el diámetro exterior de la superficie de unión del eje y el diámetro interior de la superficie de unión de la carcasa. Si se sigue, la concentricidad general del diámetro exterior del rotor al diámetro interior del estátor debería estar dentro de lo permitido.

3.3.4.2 Conexión del rotor

NOTE

Se deben limpiar las superficies del estátor y la carcasa cuidadosamente antes de la conexión para garantizar una buena adhesión. Consulte la hoja de datos del adhesivo que vaya a utilizar para ver las técnicas de limpieza según el material de la carcasa.

Normalmente, en aplicaciones en las que el par de torsión máximo no supere los 750 Nm, los rotores pueden conectarse a ejes de acero al carbono o de acero inoxidable. Los compuestos de retención, como el LOCTITE® 640™ u otros adhesivos similares, normalmente requieren diámetros de interfaz continuos y uniformes y tolerancias de ajuste reducidas, como huecos nominales de entre 0,012 mm y 0,025 mm. Las resinas epoxi estructurales requieren una holgura de ajuste ligeramente mayor para permitir el uso de una línea de unión más gruesa. Las resinas epoxi funcionan mejor en interfaces de eje/rotor con ranuras que sirvan como depósitos de adhesivo. Se puede mejorar su efectividad con superficies mecanizadas con texturas mediante moleteado o limpieza por arena a presión. Consulte con el fabricante del adhesivo para recibir directrices sobre el grosor correcto de la línea de unión, las tolerancias de ajuste, detalles del proceso y secado.

Para evitar la desmagnetización parcial del rotor, no seque las uniones del rotor/eje a temperaturas superiores a 110 °C a menos que el rotor se encuentre dentro del estátor correspondiente o el rotor esté completamente envuelto en un elemento "conservador" de metal ferroso. Póngase en contacto con un ingeniero de Kollmorgen si necesita más información sobre este tema. Antes de unir los rotores a los ejes de aluminio, consulte al fabricante del adhesivo para recibir ayuda. Es posible que necesite un adhesivo muy flexible con propiedades térmicas más amplias.

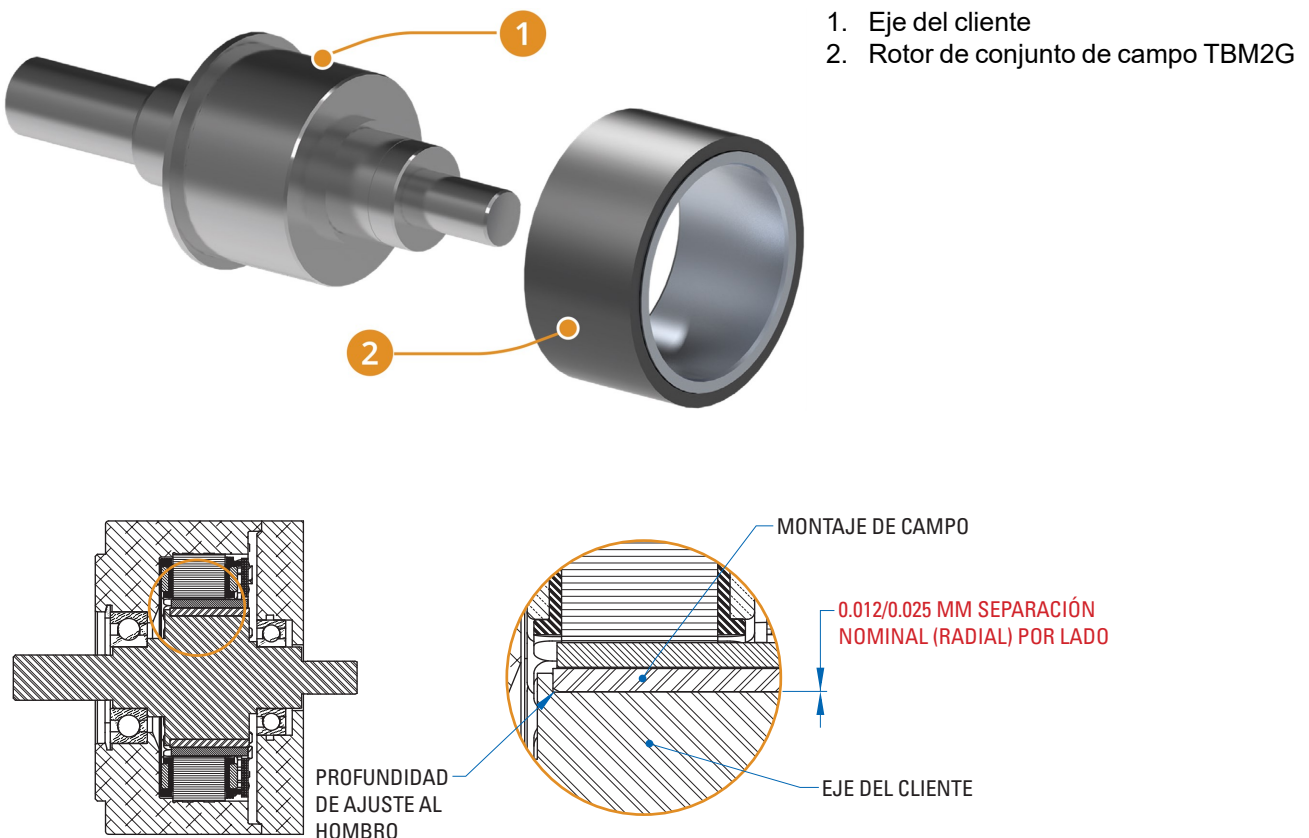


Figure 6-3: Ilustraciones de la unión del rotor

3.3.5 Prácticas de montaje axial

3.3.5.1 Control de alineación axial

Los diagramas específicos para el modelo de Kollmorgen indican la alineación axial que debe mantenerse entre el rotor y el estátor durante el montaje para garantizar el buen funcionamiento del motor. El usuario es responsable de diseñar el eje del motor, la carcasa para el estátor y el sistema de rodamiento para conseguir la alineación de montaje especificada. Las formas más comunes de controlar la posición de la instalación del rotor son los hombros mecanizados en el eje o las ranuras para anillos de retención. El diámetro máximo de los anillos de retención o los hombros del eje debe mantenerse por debajo del diámetro del rotor cuando los imanes están unidos al cubo de acero.

3.3.6 Montaje axial

Para garantizar el pleno rendimiento y la activación correcta de los dispositivos de Hall, Kollmorgen especifica una dimensión de montaje entre el borde de la pila de laminación y el borde del barzón [Kollmorgen].

Esta dimensión de montaje garantiza que el material magnético cubra totalmente la pila de laminación y se extienda axialmente para activar los dispositivos de Hall, si corresponde.

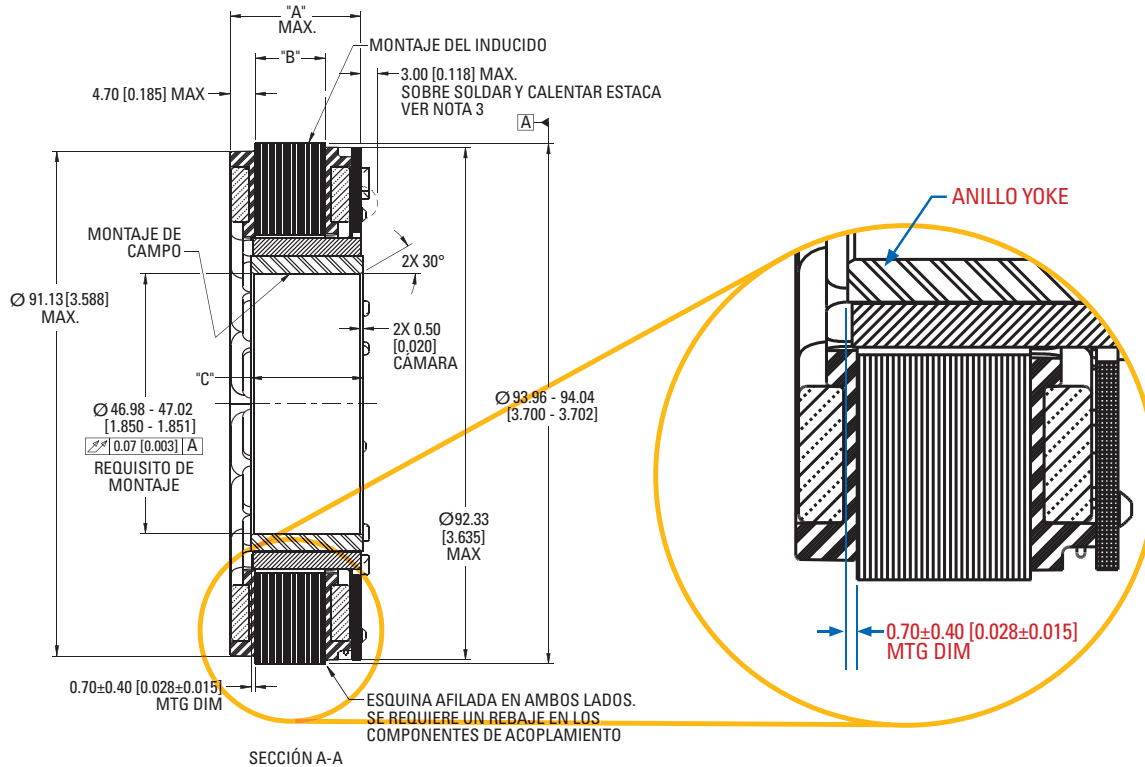


Figure 6-4: Ilustración de dimensiones de montaje mostradas en un diagrama TBM2G-068XXX-XXXX-00. Esta dimensión se mide desde el borde izquierdo de la pila de laminado hasta el borde izquierdo del material del yugo (no magnético).

Si desea establecer la Dimensión de montaje alternativa desde el otro lado de la pila de laminado, el valor nominal podrá calcularse usando ciertos parámetros del diagrama. Para calcular el valor nominal desde el borde derecho de la pila de laminado hasta el borde derecho del material del yugo, utilice la siguiente ecuación:

$$\text{Dimensión de montaje alternativa (mm, nominal)} = "C" - "B" - 0,70 \text{ mm}$$

Para ofrecer un ejemplo de cálculo de la Dimensión de montaje alternativa usaremos:

- Las dimensiones de TBM2G-06813-00 del diagrama TBM2G-068XXX-XXXX-00 en "Ilustración de dimensiones de montaje mostradas en un diagrama TBM2G-068XXX-XXXX-00. Esta dimensión se mide desde el borde izquierdo de la pila de laminado hasta el borde izquierdo del material del yugo (no magnético)." (→ p. 87).
- La ecuación para la Dimensión de montaje alternativa.
- Una tabla del diagrama TBM2G-068 que indique los valores "B" y "C", mostrados en "Tabla para los valores "A" MAX, "B" y "C" sacados del diagrama TBM2G-068XXX-XXXX-00." (→ p. 88).

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Figure 6-5: Tabla para los valores "A" MAX, "B" y "C" sacados del diagrama TBM2G-068XXX-XXXX-00.

Ejemplo:

Para TBM2G-06813-00, "B" = 12,7 mm nominal y "C" = 19,26 mm nominal. La dimensión de montaje original, 0,70 mm nominal, ya aparece en el diagrama. Usando la ecuación, calcularemos lo siguiente:

$$\text{Dimensión de montaje alternativa (mm)} = 19,26 \text{ mm} - 12,7 \text{ mm} - 0,70 \text{ mm} = 5,86 \text{ mm nominal}$$

3.3.7 Interfaz del cableado eléctrico

3.3.7.1 Cableado

La serie TBM2G de motores puede suministrarse con cables conductores aéreos sin finalizar y compatible con UL. El usuario es responsable de tender y conectar el cable conductor correctamente siguiendo los diagramas de Kollmorgen. Evite pasar los cables por esquinas cerradas, puntos de enganche o bordes que puedan perforar el aislamiento. Sujete o fije de otra manera los cables para las aplicaciones con altas vibraciones y evite que las cables entren en contacto con las superficies en movimiento o vibratorias que puedan desgastar el aislamiento. Asegúrese de que todos los cables puedan descargar su presión y deje espacio para un radio de flexión amplio. Es usuario asume la responsabilidad de instalar el conector, comprimir, soldar, blindar, poner una cubierta a cualquier otro conjunto de cables o mejora de la interfaz eléctrica más allá de la configuración que aparece en el diagrama de TBM2G.

3.3.7.2 Requisitos del cable conductor (opción sin cable)

Recomendaciones/directrices para soldar el cable conductor en la almohadilla.

3.3.7.3 Especificaciones generales y tendido de los cables de alimentación

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	3 conectores aéreos						
Longitud, mm*	500						
Calibrador de alambres, AWG	20	20	20	18	16	14	14
Diámetro de aislante nominal, mm	1,47	1,47	1,47	1,70	1,98	2,26	2,26
Mín. Radio de flexión estática, mm	7,37	7,37	7,37	8,51	9,91	11,3	11,3

*Versión sin cable opcional (solo superficie de soldadura)

INTERFAZ ELÉCTRICA DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN

Color	Función (alter.)
Rojo	Fase U (A)
Blanco	Fase V (B)
Negro	Fase W (C)

GRÁFICO DE EXCITACIÓN DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN			
PASO	Fase "U" roja	Fase "V" blanca	Fase "W" negra
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

Rotación CW vista desde el PCX/extremo de salida del cable

3.3.7.4 Especificaciones generales y cableado del dispositivo térmico

Pueden montarse termistores integrales en el PCBA para ofrecer un funcionamiento continuo y seguro de los motores de la serie TBM2G en las aplicaciones más exigentes. La opción más habitual para el TBM2G es un PT1000 RTD. Como alternativa, se pueden conectar tres dispositivos PTC en serie, uno en la bobina de cada fase ofrecerá protección a cada fase.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS CABLES TÉRMICOS

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	2 conectores aéreos						
Longitud, mm*	500						
Calibrador de alambres, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diámetro de aislante nominal, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Mín. Radio de flexión estática, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Versión sin cable opcional (solo superficie de soldadura)

INTERFAZ ELÉCTRICA DE LOS CABLES TÉRMICOS

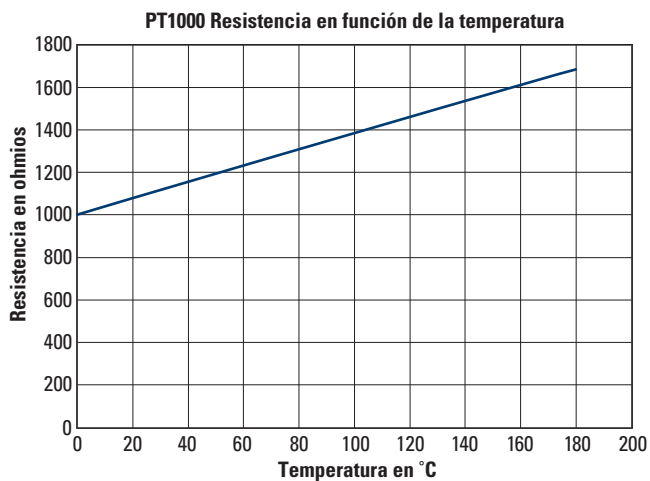
Color	Función (alter.)
Blanco	Sensor térmico +
Blanco	Sensor térmico -

3.3.7.4.1 Protección térmica

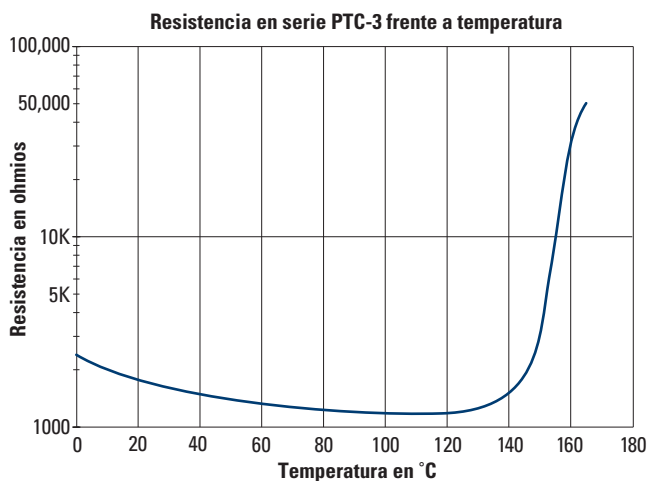
Existen dos métodos de protección térmica para el funcionamiento continuo. El primer método permite medir continuamente la temperatura del motor usando un PT1000. La temperatura del motor se determina midiendo la resistencia del PT1000 por IEC-60751 (consulte el siguiente gráfico). Puesto que solo puede usarse un dispositivo, este método solo puede supervisar una de las fases del motor. Por lo tanto, no se recomienda para aplicaciones en las que el motor va a estar bloqueado durante un largo período.

El segundo método utiliza tres PTC Avalanche en serie. Hay un PTC para supervisar cada una de las tres fases y asegurarse de que ninguna sobrepase la temperatura nominal del motor. Se debe elegir esta opción si el motor va a estar bloqueado durante un largo período de tiempo. Durante el funcionamiento normal, la resistencia de los dispositivos estará por debajo de los 1500 ohmios. Cuando una de las fases alcance los 155 °C, la resistencia aumentará rápidamente y sobrepasará los 7000 ohmios.

Ninguno de estos métodos protege al motor del sobrecalentamiento cuando se aplica corriente por encima de la capacidad continua. Los dispositivos térmicos no pueden reaccionar a una velocidad suficiente para acomodar el cambio de temperatura que se produce al aplicar la corriente máxima. El sistema debe limitar el tiempo que se aplica la corriente máxima al motor para evitar que se sobrecaliente.



Esta opción solo tiene PT1000 en serie y producirá la misma salida que aparece en el gráfico anterior.



Esta opción tiene tres PTC en serie en tres fases distintas. Si una de las fases se acerca a la temperatura del motor, la resistencia aumentará drásticamente.

3.3.7.5 Especificaciones generales y cableado del dispositivo sensor de Hall

ESPECIFICACIONES GENERALES DEL DISPOSITIVO SENSOR DE HALL

Motor	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	5 conectores aéreos, Allegro A1260						
Tensión de entrada, V CC	de +5 a 24						
Señal de salida	Tipo hundido						
Longitud, mm*	500						
Calibrador de alambres, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diámetro de aislante nominal, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Mín. Radio de flexión estática, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Versión sin cable opcional (solo superficie de soldadura)

INTERFAZ ELÉCTRICA DE LOS CABLES DEL SENSOR DE HALL

Color	Función (alter.)
Marrón	Hall 1 (U-V)
Naranja	Hall 2 (V-W)
Amarillo	Hall 3 (W-U)
Azul	de +5 a 24 V CC
Verde	Conexión a tierra

Diagrama del cableado del sensor

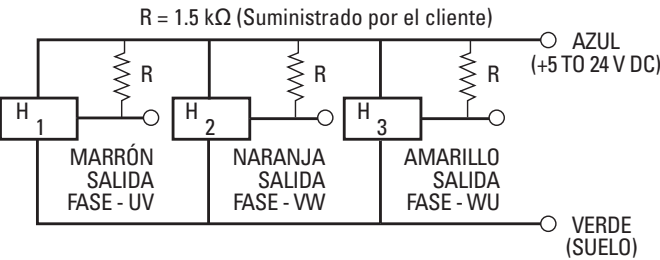
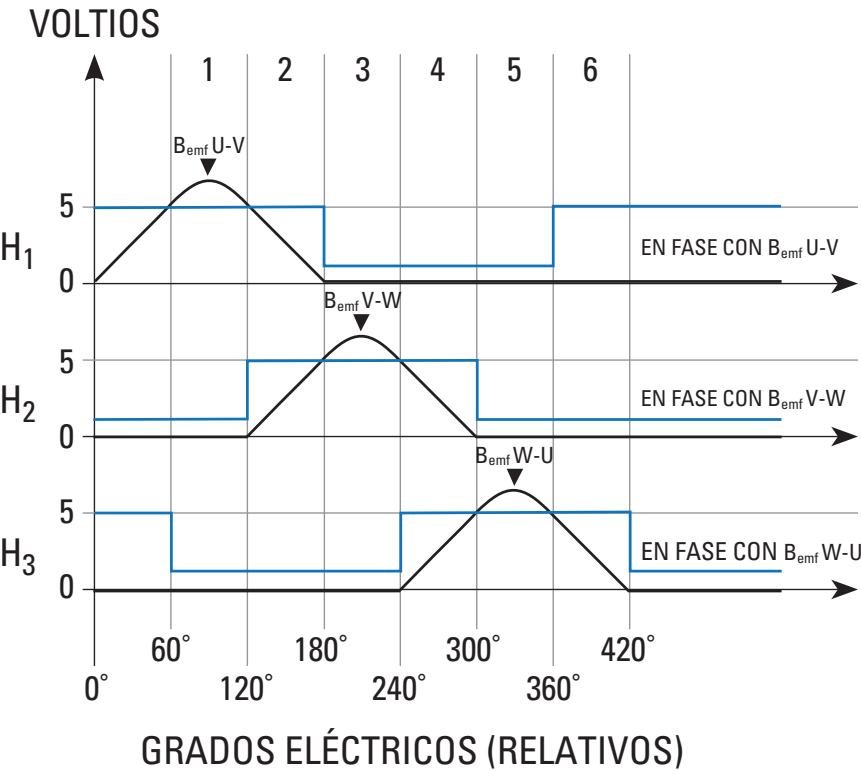


Diagrama de salida del sensor

Fase U, V, W para rotación CW vista en PCB/extremo de salida del cable



3.4 Definición de los términos de Datos técnicos

- Par de calado continuo máximo, T_{mc} [Nm]:** El par de calado continuo máximo se puede mantener de forma indefinida a velocidad baja y en condiciones ambientales nominales. Podría producirse una reducción adicional si la velocidad no es lo suficientemente alta como para producir una distribución del calor homogénea en todas las fases. Este valor supone una temperatura ambiente de 25 °C.
- Corriente continua máxima, I_{mc} [Arms]:** La corriente continua máxima es la corriente sinusoidal efectiva que el motor extrae a baja velocidad para producir el par de calado continuo máximo.
- Velocidad mecánica máxima, N_{max} [rpm]:** La velocidad mecánica máxima es la mayor velocidad que el motor puede alcanzar. Limitada por factores mecánicos como la fuerza de adhesión del vínculo magnético.
- Par de torsión máximo, T_p [Nm]:** El par de torsión máximo se puede mantener durante un corto tiempo, dependiendo de las condiciones ambientales y el ciclo de servicio general. Este valor también puede limitarse según las especificaciones del sistema y la tensión del suministro.
- Corriente máxima, I_p [Arms]:** La corriente máxima del motor (valor sinusoidal efectivo) es tres veces mayor que la corriente continua. El valor real es menor que la corriente máxima del motor o la corriente máxima del sistema utilizado.
- Par nominal, T_{rtd} [Nm]:** El par nominal se genera cuando el motor es alimentado con la corriente nominal a la velocidad nominal. El par nominal se puede producir de forma indefinida a la velocidad nominal en funcionamiento continuo (N_{rtd}). Este valor supone una temperatura ambiente de 25 °C.
- Constante de par, K_t [Nm/Arms]:** La constante de par indica el par que genera el motor por unidad de corriente. Se mida a una temperatura ambiente de 25 °C y de la bobina de 155 °C.
- Constante EMF trasera, K_e [Vrms/krpm]:** La constante BEMF indica la fuerza electromotriz inducida del motor trasera, como valor sinusoidal efectivo entre dos terminales, por 1000 rpm. Se mida a una temperatura ambiente de 25 °C y de la bobina de 155 °C.
- Constante del motor, K_m [Nm/ $\sqrt{W}$]:** Esta constante se utiliza normalmente para comparar la densidad de potencia de los motores calados o casi calados. Define la cantidad de par de torsión que el motor puede producir con la cantidad de potencia indicada. El valor se indica con K_t y la resistencia a una temperatura de bobina de 25 °C.
- Resistencia, R_m [Ω]:** La resistencia se mide entre líneas y en la tarjeta del PC. El valor no incluye la resistencia de los cables del motor. El valor de la resistencia se indica a 25 °C y aumentará con la temperatura de la bobina.
- Inductancia, L [mH]:** La inductancia se mide entre líneas y en la tarjeta del PC. Esta es la inductancia media del motor con respecto a la posición del rotor. El valor se mide a una temperatura de bobina de 25 °C.
- Momento de inercia del rotor, J_m [kg-cm²]:** El momento de inercia del rotor influye la capacidad de aceleración angular del motor. El valor solo afecta a los componentes del conjunto de campo estándar (barzón e imán anular). Los componentes que aporte el cliente alterarán la inercia total.
- Fricción estática, T_f [Nm]:** La fricción estática es el par de torsión que debe superarse para que el motor comience a rotar. Es la combinación de las pérdidas de histéresis a baja velocidad y el par entre dientes máximo. No incluye pérdidas de rodamiento en el sistema. Esta fricción no debe incluirse al calcular las pérdidas de rotación del motor acelerado.
- Resistencia térmica, R_{thw-a} [deg. C/watio]:** La resistencia térmica es una medida del aumento de temperatura en estado estable por unidad de energía disipada de las pérdidas. Este valor asume que el motor TBM2G está alojado y montado en un disipador térmico de aluminio como se define en la hoja de CD correspondiente o su equivalente.

4 Français

4.1 Généralités

4.1.1 À propos de ce manuel

Le présent manuel décrit les moteurs sans boîtier TBM2G (version standard). En cas d'utilisation de moteurs TBM2G dans des systèmes d'entraînement avec des servovariateurs Kollmorgen®, veuillez prendre connaissance de l'ensemble de la documentation fournie, à savoir :

- Manuel d'installation des servovariateurs
- Manuel de communication du bus de terrain (CANopen ou EtherCAT, par ex.)

Pour plus d'informations, rendez-vous sur le site du réseau de développeurs Kollmorgen, à l'adresse kdn.kollmorgen.com.

4.1.2 Abréviations utilisées

NOTE

- Les abréviations utilisées pour les caractéristiques techniques sont décrites au chapitre « Définition des termes ».
- Dans ce document, la symbolique (→ # 25) signifie « voir page 25 ».

4.1.3 Symboles utilisés

Symbole	Description
 DANGER	Indique une situation dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, entraîne la mort ou de graves blessures.
 AVERTISSEMENT	Indique une situation dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, peut entraîner la mort ou de graves blessures.
 ATTENTION	Indique une situation dangereuse qui, si elle n'est pas évitée, peut entraîner des blessures mineures ou modérées.
NOTICE	Indique une situation qui, si elle n'est pas évitée, peut entraîner des dommages matériels.
NOTE	Ce symbole signale des remarques importantes.
	Avertissement d'un danger (général). Le type de danger concerné est indiqué dans le texte à côté du symbole.
	Avertissement d'un danger lié à l'électricité et ses effets.
	Avertissement d'un danger lié à une surface chaude.
	Avertissement d'un danger lié à des charges suspendues.

4.1.4 Sécurité

4.1.4.0.1 Consignes de sécurité



AVERTISSEMENT Pacemaker !

Les puissants champs magnétiques générés tant que le rotor magnétique n'est pas installé représentent un danger pour les personnes porteuses d'un implant tel qu'un pacemaker (stimulateur cardiaque), car ils risquent d'interférer avec celui-ci. En général, toutes les personnes vulnérables aux champs magnétiques puissants doivent respecter une distance de sécurité d'au moins 1 mètre avec le rotor.



ATTENTION Champ magnétique !

Les puissants champs magnétiques générés représentent un danger pour les personnes porteuses d'un implant, car ils risquent d'interférer avec celui-ci. En général, toutes les personnes vulnérables aux champs magnétiques puissants doivent respecter une distance de sécurité d'au moins 1 mètre avec le moteur.

Seul un personnel dûment qualifié est autorisé à effectuer des opérations de transport, d'installation, de mise en service et de maintenance. Par personnel dûment qualifié, on entend toute personne familiarisée avec le transport, le montage, l'installation, la mise en service et l'utilisation des moteurs et disposant des qualifications nécessaires à l'exercice de son métier. Le personnel qualifié doit connaître et respecter les normes CEI 60364 et 60662, ainsi que les réglementations nationales en matière de prévention des accidents.

Les recommandations fournies dans le présent document sont censées servir de consignes d'installation générales et sont données à titre indicatif.

Kollmorgen décline toute responsabilité en cas de mise en œuvre incorrecte de ces techniques, qui relèvent de la seule responsabilité de l'utilisateur.



ATTENTION Porter des gants !

Portez toujours des gants lors de toute intervention sur le moteur.

Lisez la documentation disponible avant l'installation et la mise en service. Une manipulation incorrecte des composants du moteur peut entraîner des blessures et des dégâts. Faites preuve de prudence lors de l'installation du rotor à l'intérieur du stator du moteur. Des outils ou des équipements spécifiques peuvent s'avérer nécessaires.



ATTENTION Champ magnétique !

Des champs magnétiques puissants attirent les objets métalliques et peuvent se révéler dangereux pour les mains et les doigts. Lors de toute intervention sur ou à proximité d'un moteur TBM2G, veillez à disposer d'un marteau non métallique (d'environ 3 kg) et d'au moins deux cales à pointe fine réalisées dans un matériau non magnétique résistant tel que le V2A (avec un angle de coin compris entre 10° et 15°). En cas d'urgence, vous pouvez ainsi utiliser ces outils pour détacher les objets qui se sont magnétiquement fixés au rotor magnétique (par ex. pour libérer des parties du corps piégées).

Tenez les montres, les supports de données magnétiques (cartes de crédit, disquettes, etc.) et les appareils numériques (téléphones portables, ordinateurs portables, etc.) à l'écart du moteur TBM2G (< 500 m). En raison des puissantes forces d'attraction, faites preuve de vigilance lorsque vous vous trouvez à moins de 50 mm du rotor magnétique. À cette distance, veillez à ne pas tenir en main des objets lourds (> 1 kg) ou imposants (> 1 dm²) en acier ou en fer.

Le rotor doit toujours être stocké sous conditionnement. Utilisez un emballage non magnétique d'au moins 20 mm d'épaisseur. Le lieu de stockage doit être sec et à l'abri de la chaleur. N'exposez pas le rotor du moteur à une température de plus de 110 °C, sauf s'il est installé à l'intérieur du stator. Une température supérieure à 110 °C risquerait de démagnétiser les aimants du rotor.

Affichez l'avertissement « Attention : AIMANTS PUISSANTS » sur le lieu de stockage des moteurs.

Apposez des étiquettes d'avertissement (sous forme d'autocollants permanents, par ex.) sur la machine à des endroits bien visibles. Attention : les variateurs de cette machine sont dotés de puissants aimants. CHAMPS MAGNÉTIQUES PUISSANTS + FORCES D'ATTRACTION PUISSANTES !



DANGER Mise à la terre ! Hautes tensions !

Il est nécessaire de s'assurer que les pièces métalliques du stator du moteur sont correctement mises à la terre par l'intermédiaire de la barre omnibus PE (« protective earth », terre de protection) de l'armoire de commande. La sécurité du personnel ne peut pas être assurée en l'absence d'une terre de protection à basse résistance. Pour plus d'informations, reportez-vous à la section « Mise à la terre » du chapitre « Consignes de montage et d'installation » dans ce document.

Les connexions électriques peuvent rester sous tension même lorsque le moteur ne tourne pas. Ne débranchez jamais les connexions électriques du moteur pendant qu'il est sous tension. Des arcs électriques pourraient se former, et occasionner des blessures et des dégâts.

4.1.5 Avis important

Personnel spécialisé

Seul un personnel dûment qualifié est autorisé à effectuer des opérations de transport, de montage, de configuration et de maintenance. Par personnel qualifié, on entend toute personne familiarisée avec le transport, l'installation, le montage, la mise en service et l'utilisation des moteurs et disposant des qualifications minimales en rapport avec ses activités :

- **Transport** : exclusivement réservé à un personnel possédant des connaissances en matière de manipulation de composants sensibles à l'électricité statique.
- **Installation mécanique** : exclusivement réservée à des mécaniciens qualifiés.
- **Installation électrique** : exclusivement réservée à des électriciens qualifiés.
- **Configuration** : exclusivement réservée à des spécialistes de l'électrotechnique et des technologies d'entraînement.

Le personnel qualifié doit connaître et respecter les normes CEI 60364 / CEI 60664, ainsi que les réglementations nationales en matière de prévention des accidents.

Lecture de la documentation

Lisez la documentation disponible avant l'installation et la mise en service. Toute manipulation incorrecte du stator ou rotor peut provoquer des blessures ou des dégâts. L'opérateur doit donc s'assurer que toutes les personnes travaillant sur le moteur sans boîtier ont lu et compris le manuel et qu'elles appliquent les consignes de sécurité qui y sont énoncées.

Prise en compte des caractéristiques techniques

Respectez les caractéristiques techniques et les spécifications relatives aux conditions de connexion (caractéristiques électriques nominales dans Technical Data). Le dépassement des valeurs de tension ou d'intensité autorisées peut entraîner des dommages sur les moteurs sans boîtier, par exemple en raison d'une surchauffe.

Évaluation des risques

Le fabricant de l'appareil doit procéder à une évaluation des risques pour celui-ci et prendre les mesures appropriées afin d'éviter tout dommage corporel ou matériel provoqué par un éventuel mouvement inopportun. Des exigences supplémentaires concernant le personnel spécialisé peuvent également découler de l'évaluation des risques.



ATTENTION Surface chaude !

Les surfaces des moteurs TBM2G peuvent être très chaudes pendant le fonctionnement, conformément à leur catégorie de protection. Risque de brûlures mineures ! La température de surface peut dépasser 155 °C.

- Mesurez la température et attendez que le moteur TBM2G ait refroidi en dessous de 40 °C avant de le toucher.



DANGER Mise à la terre ! Hautes tensions !

Assurez-vous que le moteur TBM2G est correctement mis à la terre avec la barre omnibus PE (« protective earth », terre de protection) de l'armoire de commande. Risque de choc électrique. Aucune protection personnelle ne peut être garantie sans mise à la terre à basse résistance ; tout choc électrique peut entraîner la mort.

- L'absence de signalétique ne garantit pas l'absence de tension. Les connexions électriques peuvent être sous tension même si le rotor ne tourne pas.
- Ne débranchez aucun connecteur pendant le fonctionnement. Toucher des contacts exposés peut entraîner des blessures graves, voire la mort. Les connexions électriques peuvent être sous tension même lorsque le rotor ne tourne pas. Des arcs électriques peuvent alors se former, et endommager les contacts et occasionner des blessures.
- Après avoir déconnecté le servovariateur de la source de tension d'alimentation, attendez plusieurs minutes avant de toucher des composants habituellement sous tension (par ex. contacts, raccords vissés) ou d'ouvrir un connecteur.
- Les condensateurs du servovariateur peuvent continuer à présenter une tension dangereuse plusieurs minutes après la mise hors tension. Pour éviter tout risque, mesurez la tension de liaison c.c. et attendez qu'elle chute sous 60 V.

Utilisation recommandée (« Usage prévu »)

- L'utilisation des moteurs est uniquement autorisée dans les conditions ambiantes définies dans la présente documentation.
- Cette gamme de moteurs est exclusivement destinée à être pilotée par des servovariateurs.
- Les moteurs sont installés en tant que composants dans des machines ou des équipements électriques et ne peuvent être exploités et mis en service qu'en tant que composants intégrés de ces équipements ou machines.
- L'utilisateur final est responsable de la conformité de la machine.

4.1.6 Utilisation interdite

L'utilisation des moteurs dans les environnements suivants est interdite sans avoir consulté au préalable le service clientèle de Kollmorgen :

- zones potentiellement explosives ;
- environnements avec acides corrosifs et/ou conducteurs, solutions alcalines, huiles, vapeurs, poussières ;
- milieux sous vide ;
- directement sur les réseaux d'alimentation secteur.

La mise en service du moteur est interdite si la machine sur laquelle il est installé :

- ne satisfait pas aux exigences de la directive européenne « Machines » ;
- ne satisfait pas aux exigences de la directive CEM ;
- ne satisfait pas aux exigences de la directive « Basse tension ».

4.1.7 Nomenclature des modèles

TBM2G - 060 08 A - N N A A - 00

Taille du cadre

050	50 mm OD (diamètre extérieur)
060	60 mm OD
068	68 mm OD
076	76 mm OD
085	85 mm OD
094	94 mm OD
115	115 mm OD

Longueur de la pile

08	8.2 mm Pile
13	12.7 mm Pile
26	26.3 mm Pile

Enroulement

A to Z

Options personnalisées

00	Standard
01, 02, 03...	Spécial

Options de champ

A	Standard
S	Spécial

Options de connexion

A	0.5 m Longueur
N	Pas de pistes
S	Spécial

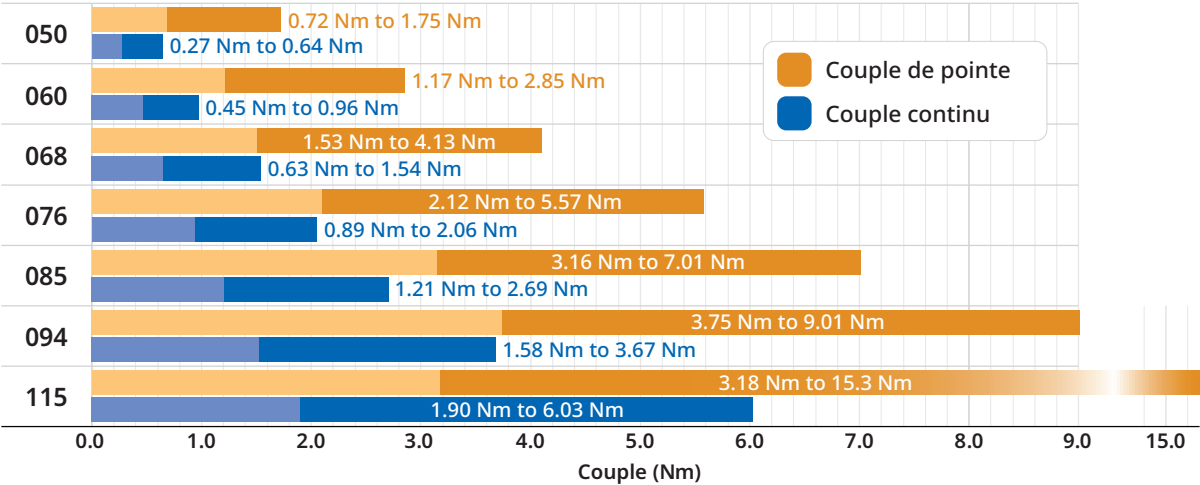
Options de capteur

A	Capteur à effet Hall (autre emplacement) Non disponible sur le cadre 050
H	Capteur à effet Hall
N	Pas de Hall
S	Spécial

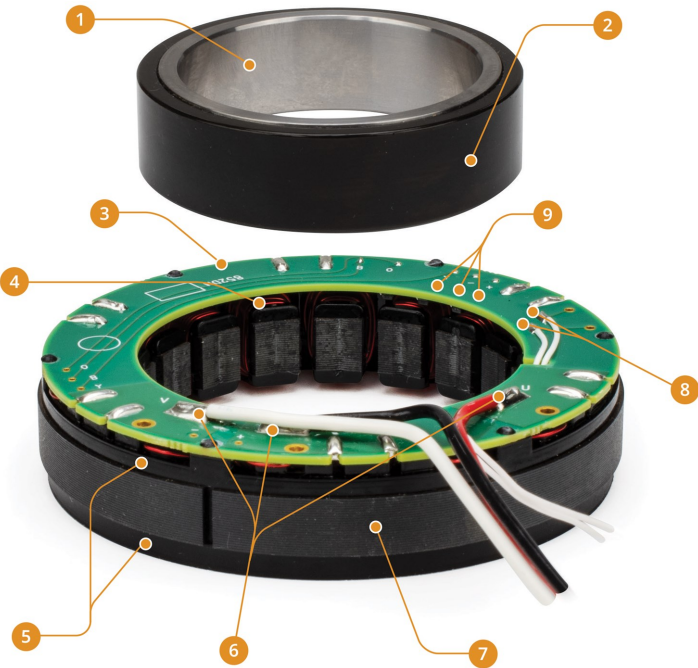
Dispositif thermique

A	PT1000
B	3x PTC Dispositifs
N	Pas de dispositif
S	Spécial

4.1.8 Vue d'ensemble des couples



4.1.9 Description des matériaux des composants



- 1. Culasse
 - Matériau : acier inoxydable série 400
- 2. Anneau magnétique
 - Matériau : NdFeB (néodyme)
 - Revêtement : époxy
- 3. Carte à circuits imprimés (PCB)
- 4. Bobine
 - Matériau : cuivre
 - Revêtement : vernis
- 5. Isolateurs d'extrémité
 - Matériau : résine polymère
- 6. Câbles d'alimentation
- 7. Pile de stratification
 - Matériau : acier électrique
- 8. Dispositifs thermiques en option (montés sous la carte PCB)
 - PT1000
 - PTC à avalanche (3 en série)
- 9. Capteurs à effet Hall en option (montés sous la carte PCB)
 - Allegro A1260

4.2 Consignes de stockage, d'utilisation et de transport

4.2.1 Stockage

Classe climatique	1K4 selon la norme CEI 60721-3-1, EN61800-2.
Température de stockage	-25 à +55 °C, variations max. 20 °K/heure
Humidité	5 à 95 % d'humidité relative, sans condensation
Durée de stockage	Illimitée

NOTE

Le stockage des moteurs doit être effectué uniquement dans l'emballage d'origine du fabricant.

4.2.2 Utilisation

Température ambiante (aux valeurs nominales)	-20 à +40 °C pour une altitude d'installation jusqu'à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer
Humidité admissible (aux valeurs nominales)	95 % d'humidité relative, sans condensation
Réduction de puissance (courants et couples)	Aucune réduction de puissance pour les altitudes d'installation supérieures à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer avec une réduction de température de 10 °K/1 000 m. Veillez à ce que la température d'enroulement ne dépasse pas 155 °C.

4.2.3 Transport

Classe climatique	2K3 selon la norme CEI 60721-3-2, EN61800-2
Température de stockage	-25 à +70 °C, variations max. 20 °K/heure
Humidité	5 à 95 % d'humidité relative, sans condensation

NOTE

Évitez les chocs. Si l'emballage est abîmé, vérifiez si les pièces du moteur présentent des dommages visibles. Informez-en le transporteur et, le cas échéant, le fabricant.

4.2.4 Déballage

Le stator et le rotor sont généralement livrés ensemble dans un emballage individuel ou groupé. Un emballage groupé personnalisé est disponible en option. Le rotor et le stator sont séparés par du matériel d'emballage afin d'éviter toute interférence en raison de leurs puissantes forces magnétiques. Lors du déballage, veillez à laisser les pièces séparées et à éviter toute interférence entre le rotor hautement magnétique et les autres objets.

Le stator peut contenir des capteurs à effet Hall le cas échéant. Ces dispositifs sont sensibles aux dommages électrostatiques. Des sachets antistatiques sont utilisés pour livrer les stators équipés de capteurs à effet Hall. Lors du déballage, veillez à prendre les précautions nécessaires pour maintenir la protection antistatique.

4.3 Consignes de montage et d'installation

❗ IMPORTANT

Les recommandations fournies dans le présent manuel de Kollmorgen sont censées servir de consignes d'installation générales et sont uniquement données à titre indicatif. Kollmorgen décline toute responsabilité en cas de mise en œuvre incorrecte de ces techniques, qui relèvent de la seule responsabilité de l'utilisateur.

4.3.1 Définition de l'ensemble induit et de l'ensemble inducteur

Ensemble induit (stator)

L'ensemble induit est la partie fixe du moteur sans boîtier. Cet ensemble se compose de lames d'acier magnétique, de bobines et de fils conducteurs. Il peut également être doté en option de dispositifs tels que des capteurs à effet Hall ou des capteurs thermiques.

Ensemble inducteur (rotor)

L'ensemble inducteur est la partie rotative du moteur sans boîtier. Cet ensemble se compose d'un anneau magnétique en terres rares et d'une culasse annulaire.

Moteur sans boîtier (groupe moteur)

Moteur fabriqué et livré en deux pièces séparées (stator et rotor). Chacune de ces pièces doit être assemblée avec un boîtier, un arbre et un système de paliers fournis par l'utilisateur final.

4.3.2 Responsabilités de l'utilisateur concernant l'interface

Afin de garantir le bon fonctionnement et la fiabilité du moteur une fois celui-ci installé dans le système, il incombe à l'utilisateur de concevoir l'interface de montage à l'aide des informations ci-dessous. L'utilisateur est responsable de la conception de l'arbre de rotor, de l'enceinte de stator, du système de paliers, des détails conceptuels du boîtier, de la sélection des matériaux, des calculs d'adaptation et de l'analyse des tolérances en fonction des besoins pour l'usage prévu.

4.3.2.1 Paliers

Le système de paliers fourni par l'utilisateur dans l'application moteur doit être suffisamment rigide pour pouvoir maintenir un jeu fonctionnel précis et uniforme entre le rotor et le stator quelles que soient les conditions de fonctionnement. Un jeu uniforme intègre les tolérances de faux-rond et de concentricité entre le rotor et le stator.

4.3.2.2 Matériaux pour le montage du stator

Pour le montage du stator, il est conseillé d'utiliser une structure de fixation ou un boîtier métallique afin de garantir le chemin de dissipation thermique le plus conducteur possible, ainsi qu'une bonne intégrité structurelle. Les alliages d'aluminium sont à privilégier en raison de leur conductivité thermique supérieure et de leur rapport résistance-poids, même si les alliages d'acier inoxydable (série 300 ou équivalente) constituent une alternative acceptable pour les applications moins critiques sur le plan thermique. L'acier au carbone, la fonte, les alliages d'acier inoxydable série 400 et les autres métaux ferromagnétiques sont les matériaux les moins recommandés pour le montage du stator. Consultez un ingénieur Kollmorgen si vous devez utiliser ces métaux. Le plastique et les autres matériaux isolants similaires sont déconseillés, car ils nuisent à la capacité de dissipation thermique du système et imposent alors de réduire les performances du moteur.

4.3.2.3 Matériaux pour le montage du rotor

Le rotor aimanté peut être monté sur un arbre métallique de votre choix. L'acier au carbone et l'acier inoxydable sont les matériaux les plus courants pour l'arbre, même si les alliages d'aluminium sont parfois utilisés lorsqu'ils sont spécialement conçus pour la plage de températures de service et de couples prévue. La méthode employée pour fixer le rotor à l'arbre peut influencer sur le choix du matériau et des tolérances pour l'arbre. En cas d'utilisation d'un moteur sans balais Kollmorgen, il n'est pas nécessaire que l'arbre conduise le flux magnétique ou intègre le circuit magnétique pour que les performances nominales soient atteintes.

4.3.2.4 Mise à la terre



Lors du montage dans l'application, le feuilletage (ou le manchon extérieur en métal nu) du stator doit présenter le même potentiel de terre électrique que le châssis du système et le châssis du servovariateur. Si ce circuit de terre commun n'est pas garanti, l'application risque de générer du bruit électrique et de présenter un risque de choc électrique. Ce risque de choc est particulièrement présent sur les moteurs à grand nombre de pôles dont la capacité électrique est élevée. En général, un circuit de terre fiable entre le feuilletage du stator et le châssis de la machine est assuré si des composants métalliques électroconducteurs sont utilisés pour monter le stator. Kollmorgen recommande de réaliser un test de continuité pour vérifier la liaison à la terre avant d'activer le système moteur. Dans certaines applications, une tresse de masse conductrice indépendante peut s'avérer nécessaire suivant la configuration de montage et les matériaux choisis. Dans de tels cas, il incombe à l'utilisateur d'installer le circuit de terre et de vérifier l'installation électrique.

4.3.2.5 Instructions de montage de base



La série TBM2G et les autres moteurs sans boîtier et sans balais de Kollmorgen utilisent des aimants en terres rares hautes performances. Faites preuve d'une extrême prudence lors de leur manipulation ou transport afin d'éviter tout dommage corporel ou matériel. Les forces d'attraction entre les rotors aimantés et les objets métalliques à proximité peuvent être très puissantes. Une mauvaise manipulation peut entraîner des répercussions soudaines et imprévues. Le puissant champ magnétique risque également d'endommager les ordinateurs, écrans et dispositifs de stockage de mémoire situés à proximité. Avant son installation, laissez le rotor dans sa caisse d'expédition ou sous un emballage protecteur. Cette pratique permet d'éviter tout accident et toute contamination, par ex. des copeaux ou débris métalliques qui ont tendance à s'accrocher aux aimants.

Vous trouverez ci-dessous une procédure de montage générique que vous pouvez suivre pour insérer un rotor (ensemble inducteur) dans un stator (ensemble induit) :

1. Fixez solidement le boîtier fourni par le client sur une surface stable afin d'éviter tout mouvement soudain.
2. Faites glisser le stator dans le boîtier et fixez-le par collage ou serrage du stator comme indiqué dans la section « Techniques de montage du stator ».
3. Faites glisser le rotor sur l'arbre fourni par le client et fixez-le par collage ou serrage du rotor comme indiqué dans la section « Techniques de montage du rotor ».

⚠ CAUTION

Les aimants en terres rares sont vulnérables à la fissuration et à l'écaillage. Lors du montage du rotor sur l'arbre, veillez à ne pas faire tomber les aimants et à éviter tout choc avec d'autres surfaces.

4. Avant d'insérer l'ensemble rotor/arbre dans l'ensemble stator/boîtier, Kollmorgen recommande de poser d'abord une fine couche de matériau de calage (film Mylar®, par ex.) dans l'alésage interne du stator.
 - Le film Mylar peut être installé en un seul tenant sur toute la circonférence de l'alésage du stator ou en plusieurs tenants dans le sens axial en des points équidistants. L'épaisseur de film adaptée et le nombre de couches de calage idéal dépendent du jeu entre le rotor et le stator, qui est spécifique à la taille du moteur que l'utilisateur essaie d'installer. Consultez le tableau « Jeu fonctionnel radial » ci-dessous pour déterminer ces valeurs.

⚠ CAUTION

Lors de l'installation du rotor, il se peut que la surface externe du rotor adhère au point le plus proche de l'alésage interne du stator en raison des forces d'attraction magnétiques. La friction produite lors de l'insertion du rotor à l'intérieur du stator risquerait alors d'endommager la bande, les aimants et les revêtements du rotor ou les surfaces de l'alésage du stator.

5. Insérez lentement et doucement le rotor le long de l'axe central pour le positionner à l'intérieur du stator. Vous pouvez effectuer cette opération à la main ou utiliser un dispositif d'installation personnalisé.
6. Avant de retirer les cales, installez sur l'ensemble rotor les paliers nécessaires pour maintenir l'alignement d'arbre.
7. Avant la mise en service, retirez le matériau de calage de l'entrefer séparant le rotor du stator.

Jeu fonctionnel radial type

		Taille de châssis TBM2G						
		050	060	068	076	085	094	115
Entrefer mécanique nominal	mm	0,26	0,29	0,26	0,26	0,26	0,26	0,40
	po	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,016

	Taille de châssis TBM2G						
	050	060	068	076	085	094	115
L'utilisateur doit tenir compte des exigences de concentricité indiquées sur chaque schéma d'encombrement Kollmorgen spécifique au modèle. Il est recommandé d'utiliser des paliers garantissant le niveau de friction le plus bas possible et du lubrifiant de haute qualité en vue de limiter la friction dans l'ensemble du système et de permettre ainsi un fonctionnement optimal du moteur.							

4.3.3 Techniques de montage du stator

Pour installer le stator du moteur, Kollmorgen recommande les techniques suivantes en fonction du couple, des vibrations et des caractéristiques thermiques de l'application, ainsi qu'en fonction du coût et de la facilité de montage et d'entretien souhaités par l'utilisateur.

4.3.3.1 Collage du stator

NOTE

Afin de garantir une bonne adhérence, les surfaces du stator et du boîtier doivent être soigneusement nettoyées avant de procéder au collage. Reportez-vous à la fiche technique de l'adhésif utilisé pour les méthodes de nettoyage adaptées au matériau du boîtier.

Sur les moteurs dont le couple de crête ne dépasse pas 2 400 Nm, il est généralement possible de coller le stator à l'aide d'une colle époxy structurale telle que 3M™ Scotch-Weld™ 2214 ou d'autres adhésifs similaires. Le collage est une technique d'installation permanente privilégiée pour tous les stators TBM2G. Comme indiqué sur les illustrations du collage du stator ci-dessous, pour que le collage soit réussi, l'enceinte du stator doit être en forme de coupelle cylindrique avec une extrémité présentant un petit épaulement pour le positionnement axial et une extrémité opposée ouverte. L'épaulement sert de butée au stator lorsqu'il est inséré depuis l'extrémité ouverte et doit généralement dépasser le diamètre extérieur maximal de la spire terminale de l'enroulement comme indiqué sur le schéma d'encombrement. Des dégagements angulaires sont nécessaires pour tenir compte des angles vifs du feuilletage du stator. Un petit chanfrein intérieur à l'extrémité ouverte de la coupelle du boîtier facilite l'insertion du stator. Si la procédure de montage est réalisée avec le boîtier du stator posé à plat (position verticale à l'axe de rotation), la pression hydrostatique de l'adhésif structural facilitera l'auto-centrage du stator dans son boîtier.

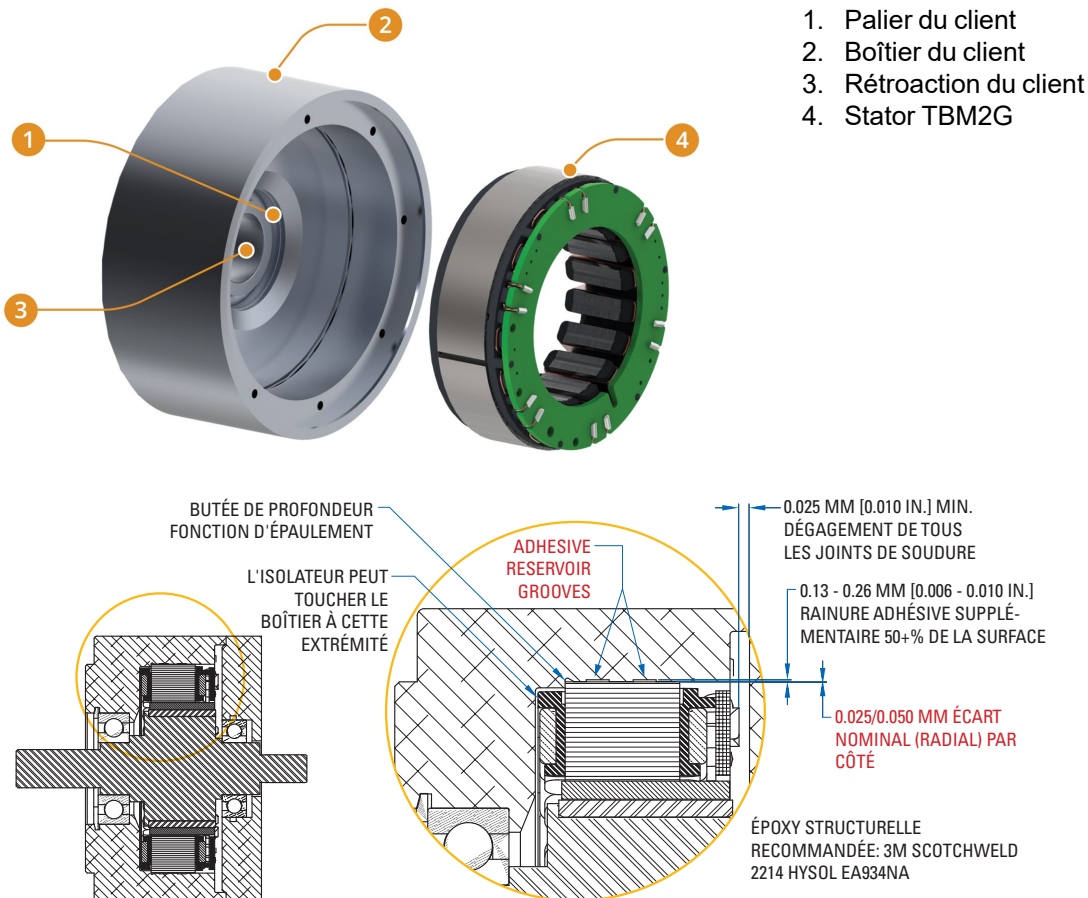


Figure 7-1: Illustrations du collage du stator

Les températures extrêmes peuvent représenter un risque en raison de coefficients de dilatation différents (feuilletage en acier et boîtier en aluminium, par ex.). Il est conseillé à l'utilisateur de contacter le fabricant de l'adhésif pour connaître l'épaisseur de trait de colle à appliquer, la méthode d'application à employer et les conditions de séchage à respecter. Les rainures représentées sur le diamètre intérieur du boîtier sur les illustrations du collage du stator sont censées servir de réservoirs pour la colle époxy structurale épaisse et permettre ainsi de fournir une importante résistance à la torsion sur une vaste plage de températures. En cas d'utilisation de colle époxy structurale épaisse, le diamètre intérieur de la coupelle du boîtier doit être supérieur d'environ 0,05 mm - 0,1 mm au diamètre extérieur maximal du stator. Lorsqu'ils sont utilisés selon les recommandations du fabricant, ces agents de liaison offrent d'excellentes caractéristiques de durabilité et de résistance dans le temps.

Si l'utilisation d'un produit de fixation, tel que LOCTITE® 640™ ou tout autre adhésif similaire, est préférée à celle d'une colle époxy structurale, il convient d'assurer un écart moins important entre le diamètre intérieur du boîtier et le diamètre extérieur du stator afin de conserver une épaisseur de colle appropriée. Reportez-vous aux recommandations du fabricant de l'adhésif.

NOTICE

Il incombe à l'utilisateur de choisir l'adhésif approprié et de concevoir les dimensions du boîtier en fonction du coefficient de dilatation thermique prévu aux températures d'application extrêmes attendues. Les températures de séchage de l'adhésif ne doivent pas dépasser 155 °C afin de ne pas endommager le stator du moteur.

4.3.3.2 Serrage du stator

Pour les applications nécessitant des installations et désinstallations répétées du stator, le serrage axial peut être une bonne solution. Kollmorgen ne recommande généralement pas cette technique pour les applications impliquant des vibrations et des chocs importants ou des températures extrêmes sans considération conceptuelle particulière. L'enceinte du stator illustrée ci-dessous est très similaire à celle de la technique du collage époxy. En cas d'utilisation de la technique de serrage pour le montage du stator, le diamètre intérieur de la coupelle du boîtier doit être supérieur d'environ 0,025 mm - 0,050 mm au diamètre extérieur maximal du stator. Si nécessaire, le petit espace radial entre le diamètre extérieur du stator et le diamètre intérieur du boîtier peut être rempli de pâte thermique pour une meilleure conduction de la chaleur vers le dissipateur thermique.

NOTE

Prenez les précautions nécessaires pour éviter de contaminer les surfaces de serrage axial avec de la graisse susceptible de réduire la friction de serrage.

Un épaulement usiné servant de butée au stator lors de son insertion est nécessaire. Une bague de serrage distincte est requise à l'extrémité opposée du stator et doit être boulonnée au boîtier avec 4 à 12 fixations posées de manière équidistante. À l'aide des dimensions indiquées sur le schéma d'encombrement, maximisez la surface de serrage. Cela limitera la tension de serrage exercée sur le stator. La profondeur d'alésage du boîtier doit toujours permettre à la bague de serrage d'entrer en contact avec le noyau du stator avant d'entrer en contact avec le boîtier, quelles que soient les conditions de température et les tolérances. Dans le cas contraire, les forces de serrage seront insuffisantes. Consultez le schéma d'encombrement pour les tolérances du stator. Les pressions de serrage dépendent de la surface et de la force de serrage. La pression de serrage doit être comprise entre 5 et 20 MPa (725 et 2 900 psi). Veillez à éviter toute pression de serrage excessive. Des pressions excessives feraient augmenter les pertes dans le noyau lors du fonctionnement à des vitesses de rotation élevées. Veillez également à assurer une précharge suffisante sur les boulons de serrage. Celle-ci, en plus de l'application d'un frein-filet, empêchera les boulons de serrage de se desserrer après un fonctionnement prolongé.

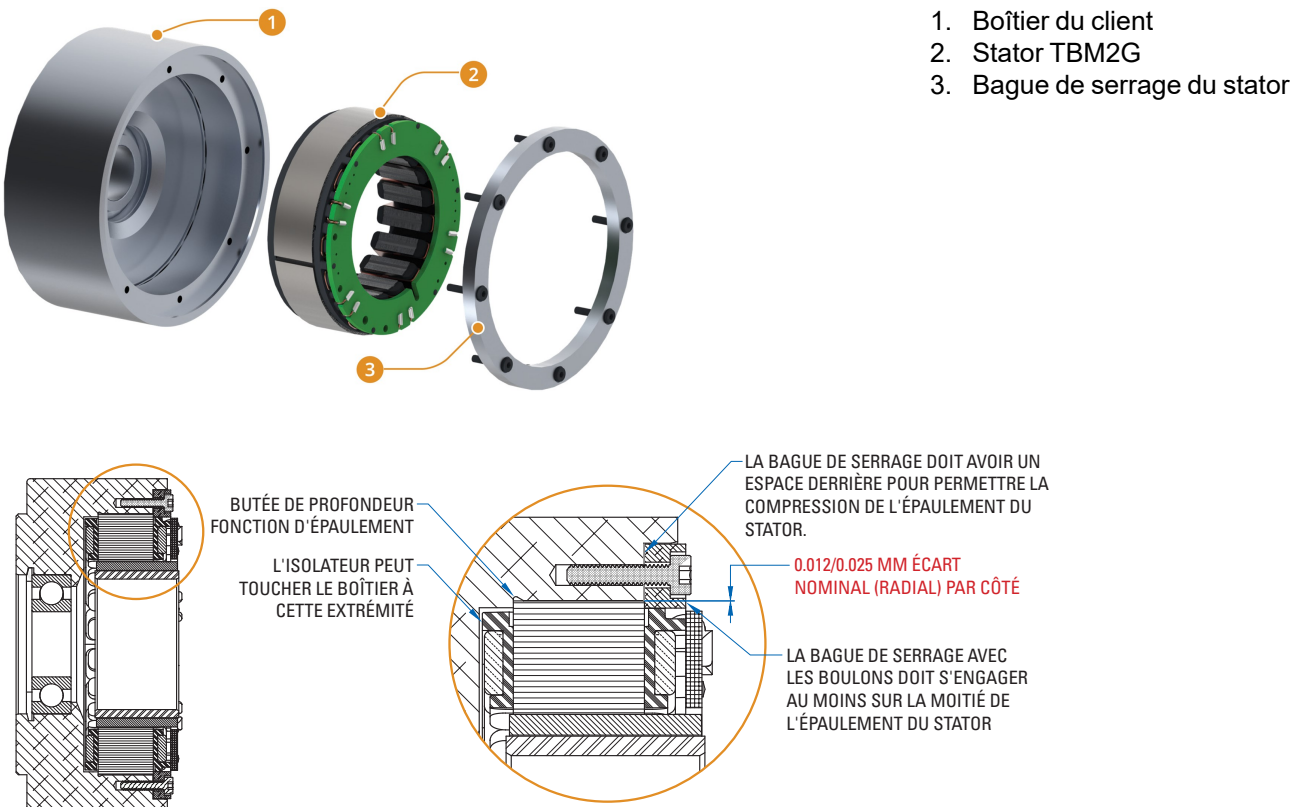


Figure 7-2: Illustrations du serrage du stator

4.3.4 Techniques de montage du rotor



La série TBM2G et les autres moteurs sans boîtier et sans balais de Kollmorgen utilisent des aimants en terres rares hautes performances. Faites preuve d'une extrême prudence lors de leur manipulation ou transport afin d'éviter tout dommage corporel ou matériel. Les forces d'attraction entre les rotors aimantés et les objets métalliques à proximité peuvent être très puissantes. Une mauvaise manipulation peut entraîner des répercussions soudaines et imprévues. Le puissant champ magnétique risque également d'endommager les ordinateurs, écrans et dispositifs de stockage de mémoire situés à proximité. Avant son installation, laissez le rotor dans sa caisse d'expédition ou sous un emballage protecteur. Cette pratique permet d'éviter tout accident et toute contamination, par ex. des copeaux ou débris métalliques qui ont tendance à s'accrocher aux aimants.

4.3.4.1 Contrôle du faux-rond radial



Les schémas d'encombrement spécifiques au modèle de Kollmorgen indiquent une exigence de montage pour le faux-rond entre le diamètre intérieur du rotor et le diamètre extérieur du stator. Cette légende sert à présenter les exigences de faux-rond entre le diamètre extérieur de l'arbre du client et le diamètre intérieur du boîtier. Il incombe à l'utilisateur de concevoir l'arbre, le boîtier et le système de paliers de manière à respecter la limite de faux-rond spécifiée entre le diamètre extérieur de la surface de collage de l'arbre et le diamètre intérieur de la surface de collage du boîtier. Si ces consignes sont respectées, la concentricité globale entre le diamètre extérieur du rotor et le diamètre intérieur du stator devrait être acceptable.

4.3.4.2 Collage du rotor

NOTE

Afin de garantir une bonne adhérence, les surfaces du stator et du boîtier doivent être soigneusement nettoyées avant de procéder au collage. Reportez-vous à la fiche technique de l'adhésif utilisé pour les méthodes de nettoyage adaptées au matériau du boîtier.

Pour les applications ne nécessitant pas un couple de crête supérieur à 750 Nm, il est généralement possible de coller les rotors à des arbres en acier au carbone ou en acier inoxydable. Les produits de fixation, tels que LOCTITE® 640™ ou tout autre adhésif similaire, nécessitent généralement des diamètres d'interfaces continus homogènes et des tolérances d'ajustement limitées, comme des écarts nominaux de 0,012 mm à 0,025 mm. Les époxy structuraux nécessitent généralement un jeu d'ajustement légèrement plus grand afin de pouvoir appliquer un trait de colle plus épais. Les colles époxy bénéficient souvent des rainures dans l'interface arbre/rotor qui servent de réservoirs et peuvent être renforcées par des surfaces texturées obtenues par moletage ou grenailage. Contactez le fabricant de l'adhésif pour connaître l'épaisseur de trait de colle à appliquer, la méthode d'application à suivre et les conditions de séchage à respecter.

Pour éviter toute démagnétisation partielle du rotor, ne laissez pas sécher les joints de colle entre le rotor et l'arbre à des températures supérieures à 110 °C sauf si le rotor est logé à l'intérieur du stator correspondant ou s'il est complètement entouré d'un dispositif de type « court-circuit magnétique » en métal ferreux. Pour plus d'informations à ce sujet, contactez un ingénieur Kollmorgen. Avant de coller des rotors à des arbres en aluminium, consultez le fabricant de l'adhésif. Un adhésif particulièrement flexible présentant des propriétés thermiques étendues pourrait s'avérer nécessaire.

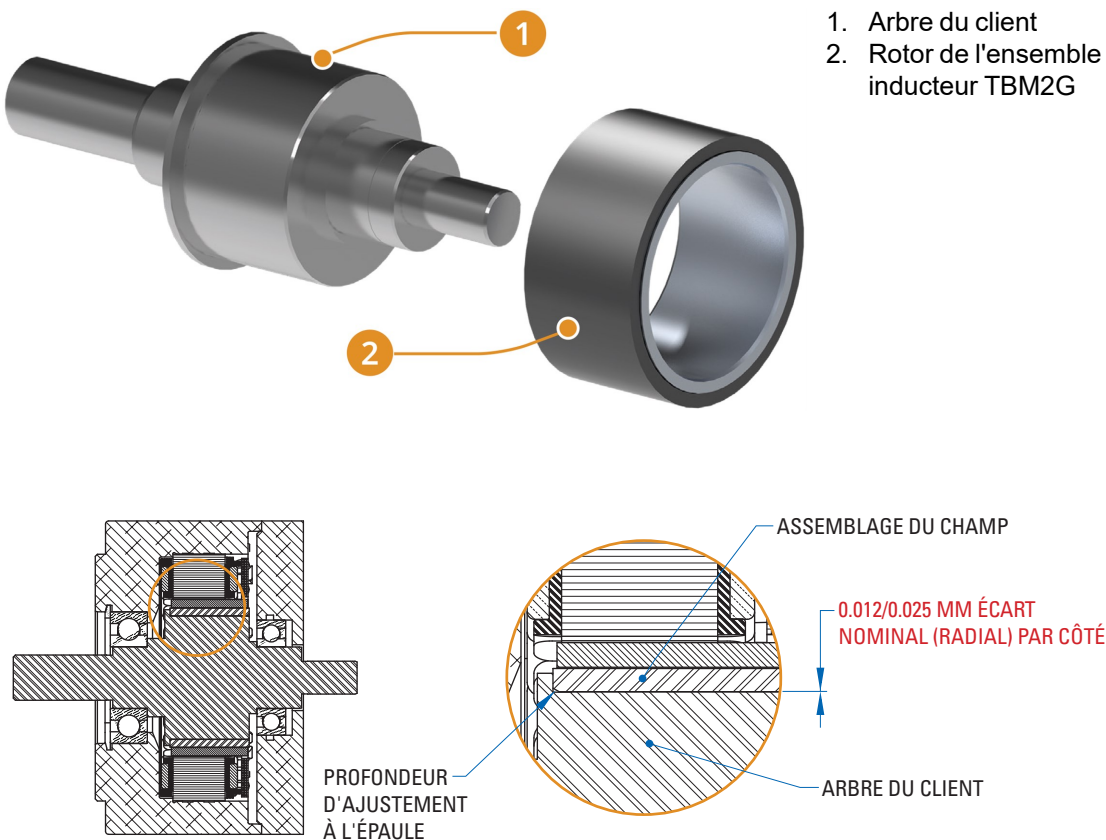


Figure 7-3: Illustrations du collage du rotor

4.3.5 Techniques de montage axial

4.3.5.1 Contrôle de l'alignement axial

Les schémas d'encombrement spécifiques au modèle de Kollmorgen indiquent l'alignement axial à maintenir entre le rotor et le stator lors du montage afin de garantir des performances adéquates du moteur. Il incombe à l'utilisateur de concevoir l'arbre de rotor, l'enceinte de stator et le système de paliers de manière à obtenir l'alignement de montage spécifié. Des épaulements usinés sur l'arbre ou des rainures pour bagues de retenue amovibles sont des moyens couramment employés pour contrôler la position d'installation du rotor. Le diamètre maximal des bagues de retenue ou des épaulements d'arbre doit rester inférieur au diamètre du rotor si des aimants sont collés au moyeu en acier.

4.3.6 Montage axial

Afin d'assurer le fonctionnement optimal et le déclenchement approprié des capteurs à effet Hall, Kollmorgen spécifie une cote de montage entre le bord du feuilletage et le bord de la culasse annulaire [Kollmorgen].

Cette cote de montage garantit que le matériau magnétique couvre l'intégralité du feuilletage et s'étend axialement pour déclencher les capteurs à effet Hall, le cas échéant.

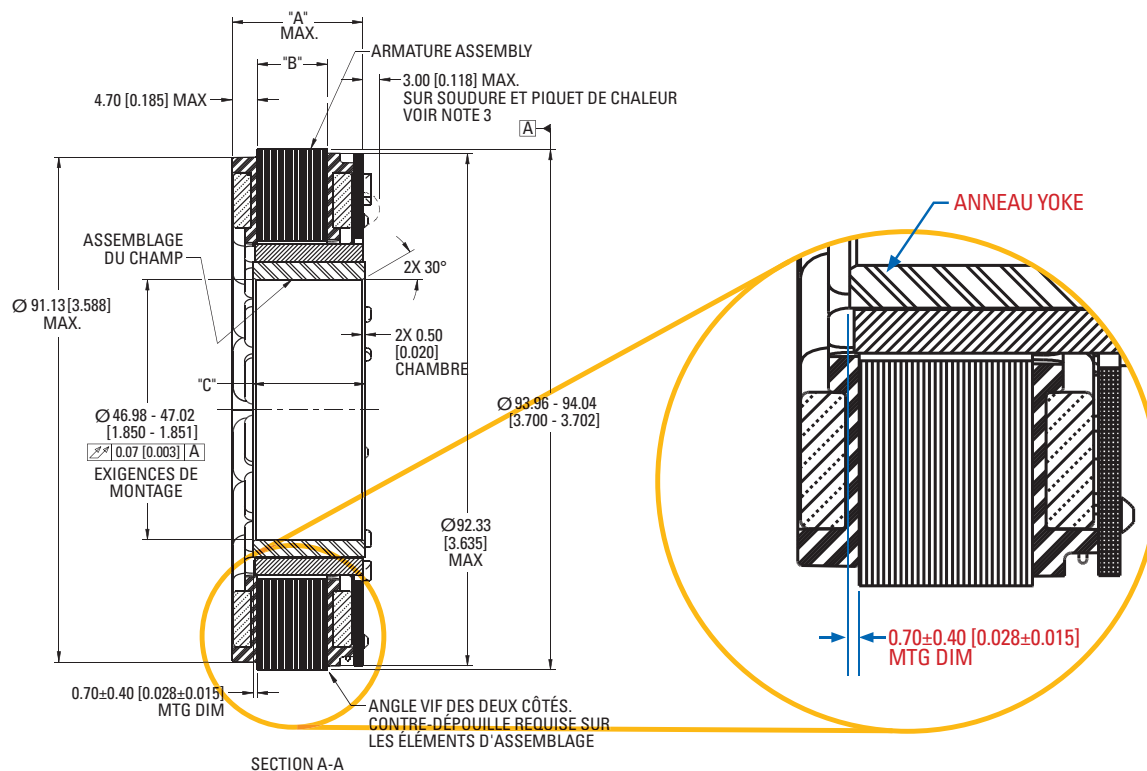


Figure 7-4: Illustration de la cote de montage indiquée sur un schéma d'encombrement TBM2G-068XXX-XXXX-00. Cette cote est mesurée entre le bord gauche du feuilletage et le bord gauche du matériau de culasse (et non du matériau magnétique).

Si vous souhaitez déterminer la cote de montage alternative en partant de l'autre côté du feuilletage, il est possible de calculer la valeur nominale en utilisant certains paramètres du schéma. Pour calculer la valeur nominale entre le bord droit du feuilletage et le bord droit du matériau de culasse, utilisez l'équation suivante :

Cote de montage alternative (mm, nominal) = « C » - « B » - 0,70 mm

Pour fournir un exemple de calcul de la cote de montage alternative, nous allons utiliser :

- les dimensions de TBM2G-06813-00 provenant du schéma d'encombrement TBM2G-068XXX-XXXX-00 indiquées à la "Illustration de la cote de montage indiquée sur un schéma d'encombrement TBM2G-068XXX-XXXX-00. Cette cote est mesurée entre le bord gauche du feuilletage et le bord gauche du matériau de culasse (et non du matériau magnétique)." (→ p. 115) ;
- l'équation pour la cote de montage alternative ;
- un tableau issu du schéma d'encombrement TBM2G-068 qui indique les valeurs « B » et « C », présenté à la "Tableau des valeurs « A » MAX, « B » et « C » issu du schéma d'encombrement TBM2G-068XXX-XXXX-00." (→ p. 116).

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ±0.35 [0.014]	"C" ±0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Figure 7-5: Tableau des valeurs « A » MAX, « B » et « C » issu du schéma d'encombrement TBM2G-068XXX-XXXX-00.

Exemple :

Pour TBM2G-06813-00, « B » = 12,7 mm nominal et « C » = 19,26 mm nominal. La cote de montage d'origine (0,70 mm nominal) est déjà indiquée sur le schéma d'encombrement. Nous allons à présent utiliser notre équation pour le calcul suivant :

$$\text{Cote de montage alternative (mm)} = 19,26 \text{ mm} - 12,7 \text{ mm} - 0,70 \text{ mm} = 5,86 \text{ mm nominal}$$

4.3.7 Interface de câblage électrique

4.3.7.1 Câblage

Les moteurs de la série TBM2G peuvent être fournis avec des fils conducteurs volants sans terminaison homologués UL. Il incombe à l'utilisateur d'acheminer et de raccorder les fils conformément aux schémas Kollmorgen. Évitez d'acheminer les fils sur des coins pointus, des points de pincement ou des bords susceptibles de perforer la gaine isolante. Fixez à l'aide d'attaches ou par n'importe quel autre moyen les faisceaux de câbles en cas d'applications à fortes vibrations et veillez à ce que les fils ne puissent pas toucher de surfaces mobiles ou vibrantes susceptibles d'abraser la gaine isolante. Prévoyez un dispositif anti-traction pour tous les faisceaux de câbles et laissez un espace offrant un rayon de courbure important. L'utilisateur est responsable de l'installation des connecteurs, de leur sertissage, de leur soudage, de leur blindage, de leur manchonnage et de toute autre mise en faisceau ou toute amélioration d'interface électrique allant au-delà de la configuration indiquée sur le schéma d'encombrement TBM2G.

4.3.7.2 Exigences relatives aux fils conducteurs (version fournie sans fil)

Recommandations/lignes directrices concernant le soudage du fil conducteur sur la pastille.

4.3.7.3 Caractéristiques générales et câblage des fils d'alimentation

Caractéristiques générales des fils d'alimentation

Moteur	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	3 fils volants						
Longueur, mm*	500						
Calibre, AWG	20	20	20	18	16	14	14
Diamètre d'isolant nominal, mm	1,47	1,47	1,47	1,70	1,98	2,26	2,26
Rayon de courbure statique min., mm	7,37	7,37	7,37	8,51	9,91	11,3	11,3

*Version fournie sans fil en option (pastille de soudure uniquement)

INTERFACE ÉLECTRIQUE DES FILS D'ALIMENTATION

Couleur	Fonction (alt.)
Rouge	Phase U (A)
Blanc	Phase V (B)
Noir	Phase W (C)

TABLEAU D'EXCITATION DES FILS D'ALIMENTATION			
ÉTAPE	Phase « U » rouge	Phase « V » blanc	Phase « W » noir
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

Rotation antihoraire observée depuis le côté PCB/sortie de fil

4.3.7.4 Caractéristiques générales et câblage des dispositifs thermiques

Pour un fonctionnement continu en toute sécurité des moteurs de la série TBM2G dans des applications à forte sollicitation, il est possible de fixer des thermistances à l'ensemble PCB. L'option généralement choisie pour TBM2G est une sonde RTD PT1000. Une autre solution consiste à utiliser trois PTC en série, placés chacun dans chaque enroulement de phase afin de protéger chaque phase.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES FILS DE PROTECTION THERMIQUE

Moteur	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	2 fils volants						
Longueur, mm*	500						
Calibre, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diamètre d'isolant nominal, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Rayon de courbure statique min., mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Version fournie sans fil en option (pastille de soudure uniquement)

INTERFACE ÉLECTRIQUE DES FILS DE PROTECTION THERMIQUE

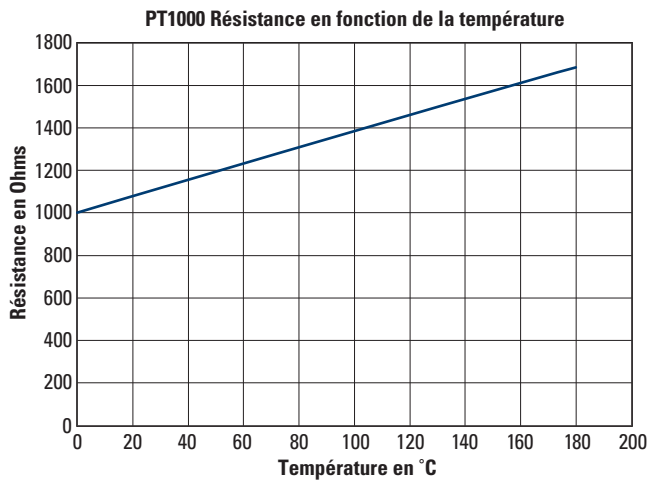
Couleur	Fonction (alt.)
Blanc	+ du capteur thermique
Blanc	- du capteur thermique

4.3.7.4.1 Protection thermique

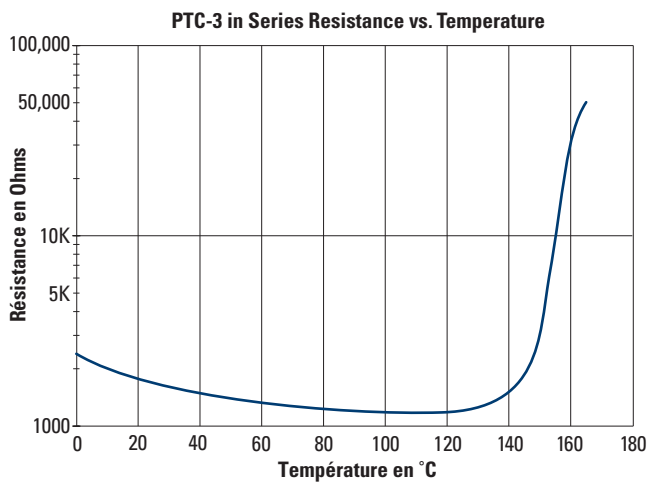
Deux méthodes permettent de garantir la protection thermique en vue d'un fonctionnement continu. La première permet de mesurer en continu la température du moteur à l'aide d'une sonde PT1000. La température du moteur est déterminée en mesurant la résistance de la sonde PT1000 conformément à la norme CEI-60751 (voir tableau ci-dessous). Comme il n'est possible d'utiliser qu'un seul dispositif de ce type, cette méthode ne permet de surveiller qu'une seule phase du moteur. Par conséquent, elle n'est pas recommandée pour les applications dans lesquelles le moteur sera longtemps en décrochage.

La seconde méthode consiste à utiliser trois PTC à avalanche en série. Un PTC est attribué à chacune des trois phases afin de s'assurer qu'aucune d'entre elles ne dépasse la température nominale du moteur. Cette solution doit être choisie si le moteur est en décrochage pendant une longue période. En fonctionnement normal, la résistance des dispositifs restera inférieure à 1 500 ohms. Si une phase atteint 155 °C, la résistance augmentera rapidement et dépassera 7 000 ohms.

Aucune de ces méthodes ne protège le moteur contre la surchauffe lorsqu'un courant supérieur à la capacité de charge continue est appliqué. Les dispositifs thermiques ne peuvent pas réagir suffisamment vite pour tenir compte du taux de variation de température appliqué en cas de courant de crête. Le variateur doit limiter la durée du courant de crête appliqué au moteur pour empêcher ce dernier de surchauffer.



Cette solution consiste uniquement en une sonde PT1000 en série et donnera le même résultat que celui indiqué sur le graphique ci-dessus.



Cette solution consiste en trois PTC en série pour protéger chacune des trois phases. Si l'une des phases s'approche de la température nominale du moteur, la résistance augmentera considérablement.

4.3.7.5 Caractéristiques générales et câblage des capteurs à effet Hall

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES CAPTEURS À EFFET HALL

Moteur	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Type	5 fils volants, Allegro A1260						
Tension d'entrée, Vcc	+5 à 24						
Signal de sortie	À courant absorbé						
Longueur, mm*	500						
Calibre, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diamètre d'isolant nominal, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Rayon de courbure statique min., mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Version fournie sans fil en option (pastille de soudure uniquement)

INTERFACE ÉLECTRIQUE DES FILS DES CAPTEURS À EFFET HALL

Couleur	Fonction (alt.)
Marron	Hall 1 (U-V)
Orange	Hall 2 (V-W)
Jaune	Hall 3 (W-U)
Bleu	+5 à 24 Vcc
Vert	Terre

Schéma de câblage des capteurs

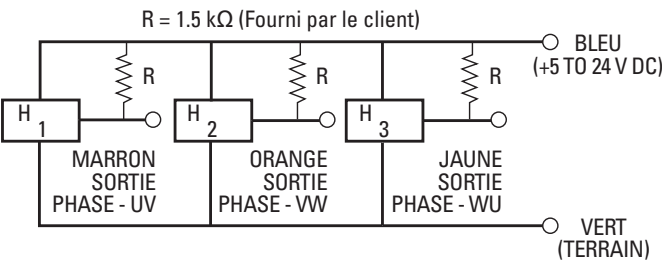
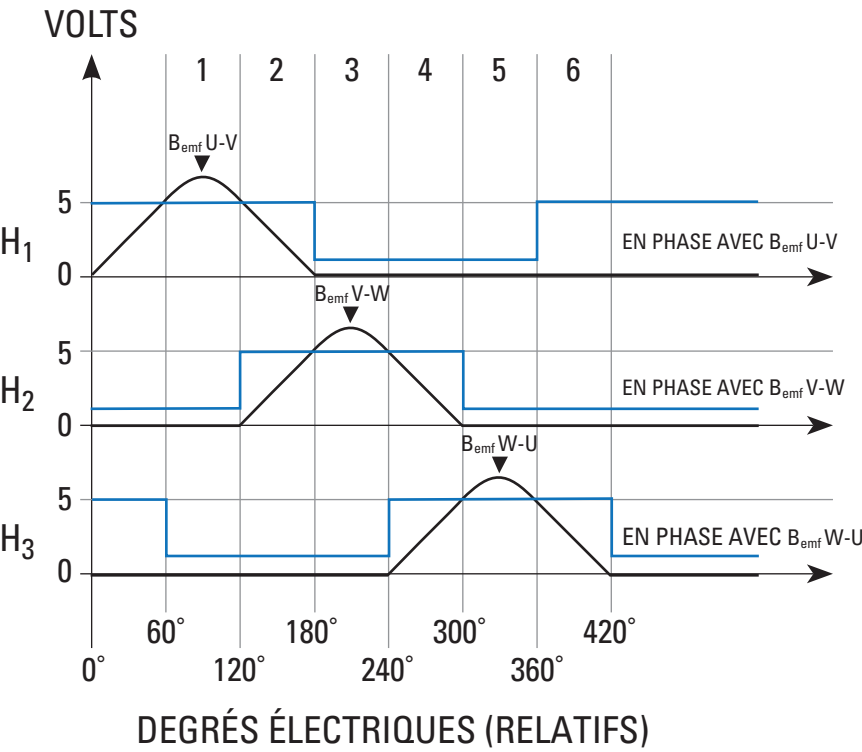


Schéma de sortie des capteurs

U, V, Wphasés pour rotation antihoraire observée côté PCB/sortie de fil

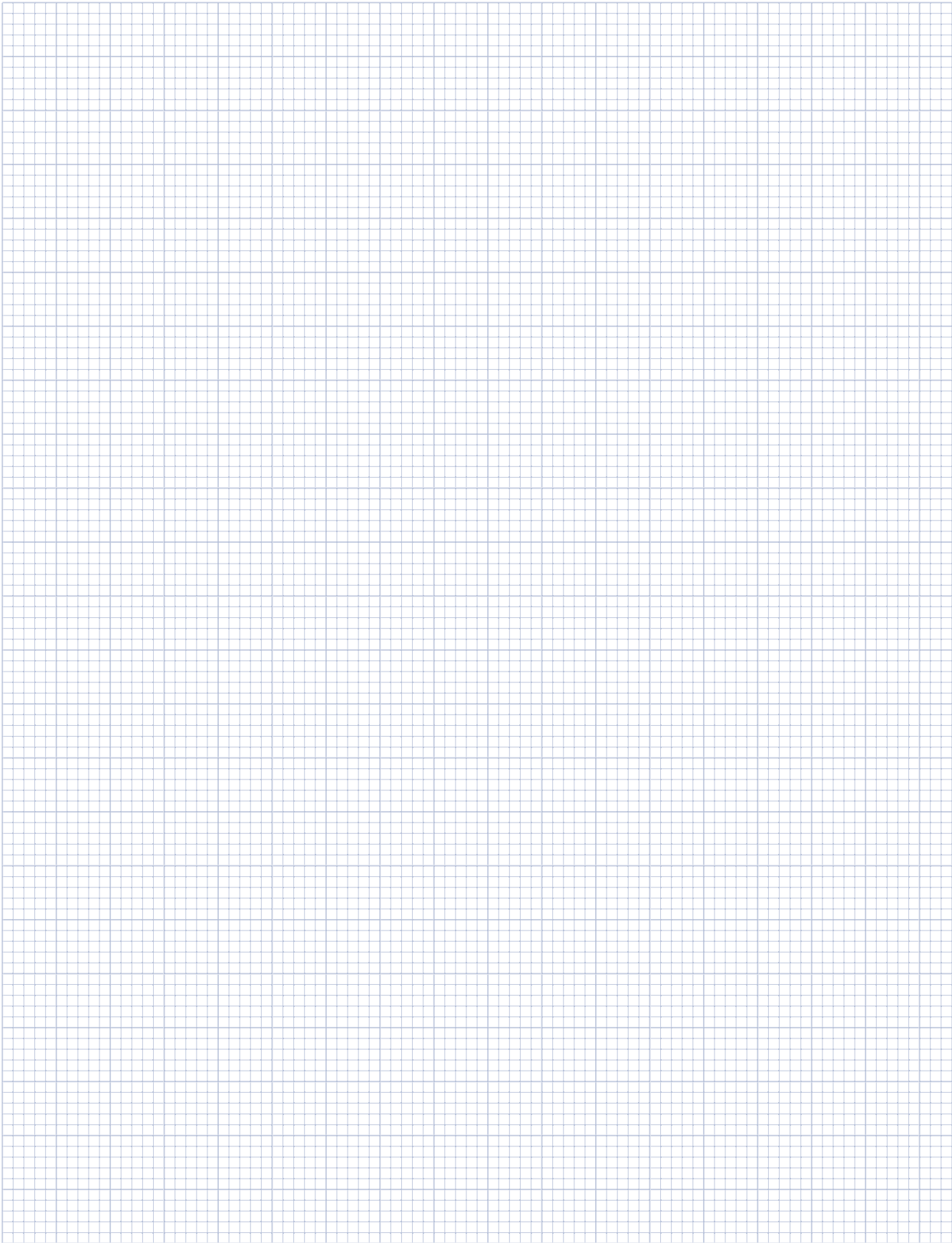


4.4 Définition des termes pour les caractéristiques techniques

- Couple de décrochage continu maximal, T_{mc} [Nm]:** Le couple de décrochage continu maximal peut être maintenu indéfiniment à bas régime et aux conditions ambiantes nominales. Une plus forte réduction de la puissance est possible si le régime n'est pas suffisamment élevé pour assurer une répartition de chaleur uniforme sur l'ensemble des phases. Cette valeur suppose une température ambiante de 25 °C.
- Courant continu maximal, I_{mc} [A eff.]:** Le courant continu maximal est le courant sinusoïdal efficace que le moteur absorbe à bas régime pour pouvoir délivrer le couple de décrochage continu maximal.
- Vitesse mécanique maximale, N_{max} [tr/min]:** La vitesse mécanique maximale est la vitesse la plus élevée que peut atteindre le moteur. Elle est limitée par des facteurs mécaniques tels que la résistance d'adhérence de la liaison magnétique.
- Couple de crête, T_p [Nm]:** Le couple de crête peut être maintenu pendant de courtes durées, en fonction des conditions ambiantes et du cycle de service global. Cette valeur peut également être limitée en fonction de la tension d'alimentation et des caractéristiques du variateur.
- Courant de crête, I_p [A eff.]:** Le courant de crête du moteur (valeur sinusoïdale efficace) est égal à trois fois le courant continu. La valeur réelle est la valeur la moins élevée entre le courant de crête du moteur et le courant de crête du variateur utilisé.
- Couple nominal, T_{rtd} [Nm]:** Le couple nominal est délivré lorsque le moteur consomme le courant nominal au régime nominal. Il peut être produit indéfiniment au régime nominal en service continu (N_{rtd}). Cette valeur suppose une température ambiante de 25 °C.
- Constante de couple, K_t [Nm/A eff.]:** La constante de couple définit le couple produit par le moteur par unité de courant. Elle est mesurée à une température ambiante de 25 °C et à une température d'enroulement de 155 °C.
- Constante de FCEM, K_e [V eff./ktr/min]:** La constante de FCEM définit la force contre-électromotrice induite du moteur sous forme de valeur sinusoïdale efficace entre deux bornes, pour 1 000 tr/min. Elle est mesurée à une température ambiante de 25 °C et à une température d'enroulement de 155 °C.
- Constante moteur, K_m [Nm/√W]:** Cette constante est généralement utilisée pour comparer la densité de puissance des moteurs au décrochage ou au quasi-décrochage. Elle définit le couple que le moteur peut délivrer à une puissance donnée. Cette valeur est indiquée avec la constante de couple et la résistance à une température d'enroulement de 25 °C.
- Résistance, R_m [Ω]:** La résistance est mesurée entre phases et au niveau de la carte à circuits imprimés. Cette valeur n'inclut pas la résistance des fils du moteur. La valeur de résistance est déterminée à 25 °C et augmente avec la température d'enroulement.
- Inductance, L [mH]:** L'inductance est mesurée entre phases et au niveau de la carte à circuits imprimés. Il s'agit de l'inductance moyenne pour le moteur déterminée par la position du rotor. Cette valeur est mesurée à une température d'enroulement de 25 °C.
- Moment d'inertie du rotor, J_m [kg.cm²]:** Le moment d'inertie du rotor prend en compte la capacité d'accélération angulaire du moteur. Cette valeur ne s'applique qu'aux composants d'ensemble inducteur standard (culasse annulaire et anneau magnétique). Les composants fournis par le client entraîneront une modification de l'inertie totale.
- Friction statique, T_f [Nm]:** La friction statique correspond au couple à surmonter pour faire tourner le moteur. Cette valeur combine les pertes par hystérésis à bas régime et la valeur maximale du couple de cogging. Elle n'inclut pas les pertes au niveau des paliers du système. Cette friction ne doit pas être incluse dans le calcul des pertes rotationnelles du moteur à haut régime.
- Résistance thermique, R_{thw-a} [°C/W]:** La résistance thermique mesure la hausse de la température en régime permanent par unité d'énergie dissipée par les pertes. Cette valeur suppose que le

moteur TBM2G a été installé dans un boîtier et équipé d'un dissipateur thermique en aluminium comme spécifié dans la fiche technique catalogue correspondante ou son équivalent.

Notes



2 mm divisions

5 Italiano

5.1 Generale

5.1.1 Informazioni sul presente manuale

Il presente manuale descrive i TBM2G motori frameless (versione standard). Se i motori TBM2G sono utilizzati nei sistemi di azionamento insieme a servoazionamenti Kollmorgen®, attenersi all'intera documentazione relativa al sistema in oggetto, costituita da:

- Manuale di installazione dei servoazionamenti
- Manuale di comunicazione del bus di campo (ad es. CANopen o EtherCAT)

Ulteriori informazioni di base possono essere reperite nella Kollmorgen Developer Network, disponibile all'indirizzo kdn.kollmorgen.com.

5.1.2 Abbreviazioni usate

NOTE

- Le abbreviazioni utilizzate per i dati tecnici sono reperibili nella sezione Definizione dei termini.
- Nel presente documento il simbolo (→ # 25) significa: vedere pagina 25.

5.1.3 Simboli usati

Simbolo	Significato
 PERICOLO	Indica una situazione pericolosa che, se non evitata, provoca conseguenze gravi o letali.
 AVVISO	Indica una situazione pericolosa che, se non evitata, può provocare conseguenze gravi o letali.
 ATTENZIONE	Indica una situazione pericolosa che, se non evitata, può comportare lesioni lievi o moderate.
NOTICE	Indica situazioni che, se non evitate, possono causare danni materiali.
NOTE	Questo simbolo indica note importanti.
	Avviso di un pericolo (generale). Il tipo di pericolo è specificato dal testo accanto al simbolo.
	Avviso di un pericolo causato dall'elettricità e dai relativi effetti.
	Avviso di un pericolo causato da una superficie calda.
	Avviso della presenza di carichi sospesi.

5.1.4 Sicurezza

5.1.4.0.1 Note sulla sicurezza



AVVISO Pacemaker

Gli intensi campi magnetici generati finché non viene installato il rotore magnetico rappresentano un pericolo per i portatori di impianti, ad es. pacemaker cardiaci, che potrebbero subire l'influsso dei campi magnetici. In generale, tutti coloro la cui salute potrebbe risultare compromessa dalla presenza di forti campi magnetici devono tenersi alla distanza di sicurezza di almeno 1 m dal rotore.



ATTENZIONE Campo magnetico

Gli intensi campi magnetici generati rappresentano un pericolo per i portatori di impianti che potrebbero subire l'influsso dei campi magnetici. In generale, tutti coloro la cui salute potrebbe risultare compromessa dalla presenza di forti campi magnetici devono tenersi alla distanza di sicurezza di almeno 1 m dal motore.

Attività quali trasporto, installazione, messa in funzione e manutenzione possono essere eseguite unicamente da personale debitamente qualificato. Con personale debitamente qualificato si intendono persone che hanno dimestichezza con il trasporto, l'installazione, la messa in funzione e l'utilizzo di motori e che sono in possesso delle necessarie qualifiche per il lavoro da svolgere. Il personale qualificato è tenuto a conoscere e rispettare le seguenti norme e direttive: IEC 60364, 60662 e le disposizioni antinfortunistiche nazionali.

Le raccomandazioni contenute nel presente documento costituiscono linee guide generali per l'installazione e sono incluse a scopo di consultazione.

Kollmorgen non si assume alcuna responsabilità per l'errata implementazione di queste tecniche, che rimane esclusivamente di competenza dell'utilizzatore.



ATTENZIONE Indossare guanti

Indossare sempre guanti quando si lavora sul motore.

Leggere la documentazione disponibile prima di procedere all'installazione e alla messa in funzione. Un uso improprio dei componenti del motore può causare lesioni alle persone e danni alle apparecchiature. Prestare particolare attenzione quando si installa il rotore all'interno dello statore del motore. Potrebbero essere necessari appositi strumenti o attrezzature.



ATTENZIONE Campo magnetico

Campi magnetici intensi attraggono gli oggetti metallici e possono rappresentare un rischio per la sicurezza delle mani e delle dita. Quando si lavora in prossimità dei motori TBM2G accertarsi di avere a portata di mano almeno due cunei a punta fine in robusto materiale non magnetico, ad es. V2A (con un angolo di circa 10°-15°), e un martello non metallico (circa 3 kg). In caso di emergenza si potranno usare questi strumenti per staccare oggetti uniti magneticamente al rotore magnetico (ad es. per rimuovere parti del corpo rimaste incastrate).

Orologi, supporti dati magnetici (carte di credito, dischetti, ecc.) e display digitali (cellulari, laptop, ecc.) non vanno tenuti nelle immediate vicinanze (<500 mm) del motore TBM2G. Le elevate forze di attrazione richiedono particolare attenzione quando ci si trova a una distanza di circa 50 mm dal rotore magnetico. Entro questa distanza non si devono tenere in mano oggetti in ferro o acciaio pesanti (>1 kg) o con ampia superficie (>1 dm²).

Non riporre mai il rotore non debitamente imballato. Per l'imballaggio utilizzare materiale non magnetico con uno spessore di almeno 20 mm. Riporre il rotore in un luogo asciutto e al riparo da fonti di calore. Non esporre il rotore a temperature superiori a 110 °C se non installato all'interno dello statore. Temperature superiori a 110 °C possono smagnetizzare i magneti del rotore.

Prevedere cartelli di avviso dove sono riposti i motori: **Attenzione: MAGNETI POTENTI**

Applicare sulla macchina simboli di avviso facilmente visibili (ad es. etichette autoadesive permanenti). **Attenzione: Gli azionamenti di questa macchina sono dotati di magneti potenti.**

CAMPI MAGNETICI INTENSI + ELEVATE FORZE DI ATTRAZIONE



PERICOLO Messa a terra Alte tensioni

È obbligatorio garantire una corretta messa a terra delle parti metalliche dello statore del motore sulla barra collettore PE (terra protettiva) nel quadro elettrico ad armadio. In assenza di una terra protettiva a bassa resistenza non è possibile assicurare la sicurezza del personale. Vedere la sezione Messa a terra delle Linee guida per il montaggio e l'installazione della presente documentazione per informazioni più dettagliate.

I collegamenti elettrici potrebbero essere sotto tensione anche se il motore non si muove.

Non staccare mai i collegamenti elettrici al motore quando è presente tensione. In situazioni sfavorevoli si potrebbero creare archi elettrici, con potenziali lesioni alle persone e danni alle apparecchiature.

5.1.5 Nota importante

È richiesto l'intervento di personale specializzato

Solo personale debitamente qualificato può eseguire attività di trasporto, installazione, configurazione e manutenzione. Con personale qualificato e specializzato si intende il personale che ha dimestichezza con le fasi di trasporto, installazione, montaggio, messa in servizio e funzionamento dei motori e che utilizza le qualifiche di cui dispone per svolgere le rispettive mansioni:

- **Trasporto:** solo a cura di personale con nozioni di movimentazione di componenti sensibili alle cariche elettrostatiche.
- **Installazione meccanica:** solo a cura di meccanici qualificati.
- **Installazione elettrica:** solo a cura di elettricisti qualificati.
- **Configurazione:** solo a cura di personale qualificato esperto in elettrotecnica e nelle tecnologie di azionamento.

Il personale qualificato è tenuto a conoscere e a rispettare le norme IEC 60364/IEC 60664 e le norme antinfortunistiche nazionali.

Leggere la documentazione in materia

Leggere la documentazione disponibile prima di procedere all'installazione e alla messa in funzione. L'utilizzo improprio dello statore/rotore può provocare danni alle persone o alle cose. L'operatore deve quindi garantire che tutte le persone incaricate di lavorare sul motore frameless abbiano letto e compreso il manuale e che vengano rispettate le avvertenze di sicurezza di questo manuale.

Prestare attenzione ai dati tecnici

Attenersi ai dati tecnici e alle specifiche relative ai collegamenti (valori nominali elettrici in Technical Data). In caso di superamento dei valori di tensione o corrente ammessi potrebbero verificarsi danni ai motori frameless, ad es. a causa del surriscaldamento.

Eseguire una valutazione dei rischi

Il costruttore della macchina deve eseguire una valutazione di rischio per la macchina ed adottare misure adeguate per evitare che movimenti imprevisti causino lesioni alle persone o danni alle cose. Tale valutazione potrebbe anche mettere in rilievo requisiti supplementari per il personale specializzato.



ATTENZIONE Superficie calda

Le superfici dei motori TBM2G possono essere molto calde durante il funzionamento, a seconda della loro categoria di protezione. Rischio di lievi ustioni. La temperatura della superficie può superare 155 °C.

- Misurare la temperatura e attendere che la temperatura del motore TBM2G scenda al di sotto di 40 °C prima di toccarlo.



PERICOLO Messa a terra Alte tensioni

È essenziale accertarsi che il motore TBM2G sia messo a terra in sicurezza alla barra collettoria PE (terra protettiva) nell'armadio elettrico. Rischio di scossa elettrica. In assenza di messa a terra a bassa resistenza non è possibile garantire la protezione delle persone e sussiste il rischio di morte per scossa elettrica.

- L'assenza di display ottici non garantisce l'assenza di tensione. I collegamenti di alimentazione possono condurre tensione anche se il rotore non ruota.
- Non scollegare i connettori durante il funzionamento. Toccare i contatti esposti comporta un pericolo di morte o di lesioni gravi. I collegamenti di alimentazione possono essere sotto tensione anche se il rotore non ruota. Questo può causare fiammate con conseguenti lesioni alle persone e danni ai contatti.
- Dopo aver scollegato il servozionamento dalla tensione di alimentazione, attendere alcuni minuti prima di toccare i componenti normalmente sotto tensione (ad es. contatti, collegamenti a vite) o aprire eventuali collegamenti.
- I condensatori nel servozionamento possono ancora condurre una tensione pericolosa diversi minuti dopo l'interruzione delle tensioni di alimentazione. Per garantire la sicurezza, misurare la tensione DC-link e attendere che la tensione sia scesa sotto i 60 V.

Utilizzo secondo le istruzioni ("Uso previsto")

- All'utilizzatore è consentito azionare i motori solo nelle condizioni ambientali che sono definite nella presente documentazione.
- La serie di motori è destinata esclusivamente ad essere azionata tramite servozionamenti.
- I motori vengono installati come componenti in un apparecchio elettrico o macchine e possono essere messi in servizio e in funzione come parti integranti di tali apparecchi o macchine.
- L'utilizzatore finale si assume la responsabilità per la conformità delle macchine.

5.1.6 Uso vietato

È vietato l'impiego dei motori nei seguenti ambienti, se non previa consultazione dell'assistenza clienti Kollmorgen:

- zone potenzialmente esplosive
- ambienti con acidi corrosivi e/o elettricamente conduttivi, soluzioni alcaline, oli, vapori, polveri
- sotto vuoto
- direttamente su reti di alimentazione elettrica

La messa in funzione del motore è vietata se la macchina in cui è stato installato

- non soddisfa i requisiti della Direttiva Macchine CE
- non è conforme alla direttiva sulla compatibilità elettromagnetica (EMC)
- non è conforme alla Direttiva Bassa Tensione

5.1.7 Nomenclatura modello

TBM2G - 060 08 A - N N A A - 00

Dimensioni del telaio

050	50 mm OD (diametro esterno)
060	60 mm OD
068	68 mm OD
076	76 mm OD
085	85 mm OD
094	94 mm OD
115	115 mm OD

Lunghezza della pila

08	8.2 mm Pila
13	12.7 mm Pila
26	26.3 mm Pila

Avvolgimento

A to Z

Opzioni personalizzate

00	Standard
01, 02, 03...	Speciale

Opzioni di campo

A	Standard
S	Speciale

Opzioni di connessione

A	0.5 m Lunghezza
N	Non ci sono contatti
S	Speciale

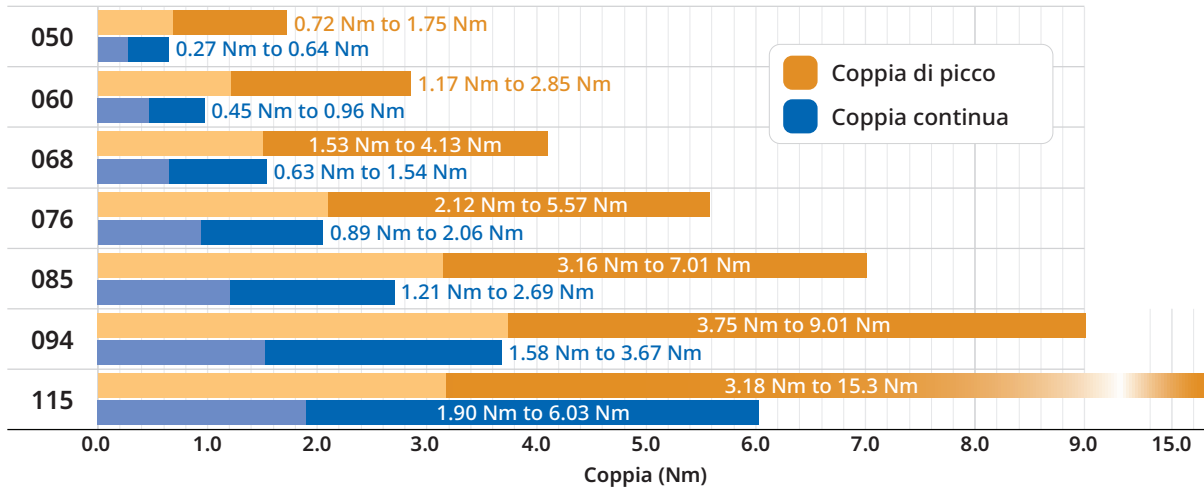
Opzioni del sensore

A	Sensore dispositivo Hall (posizione alternativa) Non disponibile su 050 Frame
H	Sensore del dispositivo Hall
N	Nessuna sala
S	Speciale

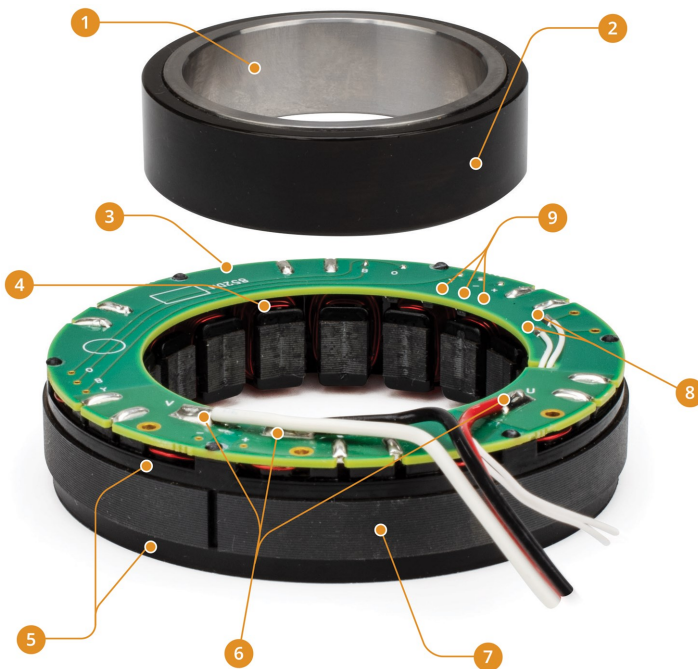
Dispositivo termico

A	PT1000
B	3x PTC Dispositivi
N	No Device
S	Nessun dispositivo

5.1.8 Panoramica valori di coppia



5.1.9 Illustrazione dei materiali dei componenti



1. Giogo
 - Materiale: acciaio inossidabile serie 400
2. Magnete ad anello
 - Materiale: NdFeB (neodimio)
 - Rivestimento: epossidico
3. Scheda a circuito stampato (PCB)
4. Bobina
 - Materiale: rame
 - Rivestimento: vernice
5. Isolatori terminali
 - Materiale: resina polimerica
6. Cavi di alimentazione
7. Pacco di lamine
 - Materiale: acciaio elettrico
8. Dispositivi termici opzionali (montati sotto la PCB)
 - PT1000
 - PTC a valanga (3 in serie)
9. Sensori a effetto Hall opzionali (montati sotto la PCB)
 - Allegro A1260

5.2 Linee guida per lo stoccaggio, il funzionamento e il trasporto

5.2.1 Conservazione

Categoria climatica	1K4 secondo IEC 60721-3-1, EN61800-2
Temperatura di stoccaggio	da -25 a +55 °C, max. variazione 20 °K all'ora
Umidità	umidità rel. dal 5% al 95%, senza formazione di condensa
Durata di conservazione	illimitata

NOTE

Conservare unicamente nell'imballaggio originale del produttore.

5.2.2 Funzionamento

Temperatura ambiente (a valori nominali)	da -20 a +40 °C per un'altitudine del sito fino a 1000 m slm
Umidità ammessa (a valori nominali)	95% di umidità relativa, senza formazione di condensa
Riduzione di potenza (correnti e coppie)	Nessuna riduzione della potenza per altitudini del sito oltre 1000 m slm con riduzione della temperatura di 10 °K ogni 1000 m. Accertarsi che la temperatura degli avvolgimenti non superi 155 °C.

5.2.3 Trasporto

Categoria climatica	2K3 secondo IEC 60721-3-2, EN61800-2
Temperatura di stoccaggio	da -25 a +70 °C, max. variazione 20 °K/ora
Umidità	umidità rel. dal 5% al 95%, senza formazione di condensa

NOTE

Evitare gli urti. Se l'imballaggio è danneggiato, controllare che i componenti del motore non presentino danni visibili. Informare il trasportatore e, se del caso, il produttore.

5.2.4 Rimozione dell'imballaggio

Il gruppo rotore/statore viene di norma spedito insieme in un imballaggio unico o collettivo. Come opzione speciale è possibile avere un imballaggio collettivo personalizzato. Rotore e statore sono separati da materiale di riempimento per evitare urti dovuti alle elevate forze magnetiche. Prestare attenzione durante la rimozione dell'imballaggio a tenere separati i componenti e a evitare che il rotore altamente magnetizzato urti contro altri oggetti.

Lo statore può contenere, se richiesto, dispositivi con sensori a effetto Hall. Tali dispositivi possono essere soggetti a danni dovuti a elettricità statica. Per la spedizione di statori con dispositivi a effetto Hall sono previsti sacchetti antistatici. Durante la rimozione dell'imballaggio evitare di eliminare la protezione antistatica.

5.3 Linee guida per il montaggio e l'installazione

❗ IMPORTANT

Le raccomandazioni contenute nel presente manuale Kollmorgen costituiscono linee guide generali per l'installazione e sono incluse unicamente a scopo di consultazione. Kollmorgen non si assume alcuna responsabilità per l'errata implementazione di queste tecniche, che rimane esclusivamente di competenza dell'utilizzatore.

5.3.1 Definizioni di gruppo indotto e gruppo campo

Gruppo indotto (statore)

Il gruppo indotto è la parte fissa del motore frameless. Questo gruppo include le lamine in acciaio magnetico, le bobine e il gruppo cavi. Può anche contenere in via opzionale altri elementi quali dispositivi a effetto Hall o sensori termici.

Gruppo campo (rotore)

Il gruppo campo è la parte mobile del motore frameless. Questo gruppo comprende un magnete ad anello in elementi delle terre rare e un anello a giogo.

Motore frameless (gruppo)

Un motore prodotto e spedito in componenti separati: statore e rotore. I singoli componenti devono essere assemblati in un alloggiamento realizzato a cura dell'utilizzatore finale, con sistema di supporto a cuscinetti.

5.3.2 Responsabilità dell'utilizzatore in merito all'interfaccia

Per garantire l'affidabilità e prestazioni adeguate del motore una volta installato nel sistema, l'utilizzatore è responsabile della progettazione dell'interfaccia di montaggio sulla base delle informazioni seguenti a titolo di linee guida. L'utilizzatore è tenuto a progettare l'albero del rotore, il case dello statore e il sistema di supporto a cuscinetti, a definire i dettagli dell'alloggiamento, a provvedere alla selezione dei materiali, ai calcoli di adattamento e all'analisi delle tolleranze sulla base dei requisiti dell'applicazione prevista.

5.3.2.1 Cuscinetti

Il sistema di cuscinetti fornito dall'utilizzatore per l'applicazione motore deve essere sufficientemente rigido da mantenere un gioco uniforme tra rotore e statore in tutte le condizioni di esercizio. Un gioco uniforme include i limiti di coassialità e concentricità tra rotore e statore.

5.3.2.2 Materiali per il montaggio dello statore

Per un montaggio rigido dello statore finalizzato a garantire il miglior percorso conduttivo per la dissipazione del calore e la corretta integrità strutturale, si consiglia di utilizzare un alloggiamento metallico o una struttura di fissaggio adeguata. Si prediligono le leghe di alluminio per l'ottima conduttività termica e l'eccellente rapporto resistenza/peso, sebbene le leghe di acciaio inossidabile (serie 300 o equivalente) sono un'alternativa accettabile per applicazioni meno critiche a livello termico. Le scelte meno appetibili per il montaggio dello statore includono acciaio al carbonio, ghisa, leghe inossidabili della serie 400 e altri metalli ferrosi che conducono un flusso magnetico. In caso di impiego di questi metalli, consultare un tecnico Kollmorgen per ricevere assistenza. Si sconsiglia l'uso di plastica o altri materiali termoisolanti simili, poiché influiscono negativamente sulla capacità di dissipazione termica del sistema, rendendo necessaria una consistente riduzione di potenza del motore.

5.3.2.3 Materiali per il montaggio del rotore

Il rotore magnetizzato può essere montato su qualsiasi albero metallico scelto dall'utilizzatore. I materiali più comuni per gli alberi sono acciaio al carbonio e acciaio inossidabile, sebbene si utilizzino talvolta leghe di alluminio se adeguatamente concepite per la coppia e l'intervallo di esercizio termico previsti. Il metodo di fissaggio del rotore all'albero può influire sulla scelta ottimale del materiale e delle tolleranze per l'albero. Non necessario che l'albero sia vettore di flusso o faccia parte del circuito magnetico per ottenere le prestazioni nominali quando si impiega un motore brushless Kollmorgen.

5.3.2.4 Messa a terra



Una volta montato nell'applicazione, il pacco di lamine (o manicotto esterno in metallo non rivestito) dello statore deve trovarsi allo stesso potenziale elettrico di terra del telaio del sistema e del telaio del servoazionamento. In assenza di questo percorso di messa a terra comune, l'applicazione può essere soggetta a disturbi elettrici e rappresentare inoltre un rischio di scossa elettrica. Il rischio di scossa è particolarmente alto in caso di motori con elevato numero di poli ed elevata capacità. Di norma, se si utilizzano componenti metallici elettricamente conduttivi per il montaggio dello statore, si ottiene automaticamente un robusto percorso di messa a terra tra il pacco di lamine dello statore e il telaio della macchina. Kollmorgen consiglia vivamente di eseguire una verifica di continuità per confermare la presenza di un adeguato percorso di messa a terra prima di mettere in funzione il motore. In alcune applicazioni, in base alla configurazione di montaggio e ai materiali scelti, può essere necessaria una fascetta di messa a terra conduttiva separata. In questi casi l'utilizzatore è responsabile dell'installazione del percorso di messa a terra e della verifica elettrica.

5.3.2.5 Istruzioni di base per il montaggio



I motori della serie TBM2G di Kollmorgen e altri motori brushless frameless utilizzano magneti ad alte prestazioni a base di elementi delle terre rare. Usare la massima cautela durante la manipolazione o il trasporto per evitare lesioni e danni al prodotto. Le forze di attrazione tra i rotori magnetizzati e oggetti metallici vicini possono essere molto elevate. Una manipolazione non adeguata può causare urti imprevisti e improvvisi. L'intenso campo magnetico può inoltre danneggiare PC, monitor e dispositivi di archiviazione posti nelle vicinanze. Mantenere il rotore all'interno del contenitore di spedizione o adeguatamente protetto fino al momento dell'installazione. In questo modo si eviteranno incidenti e contaminazioni dovute ad es. a sfridi metallici o detriti che potrebbero attaccarsi ai magneti.

Di seguito è riportato un processo di montaggio generico cui attenersi quando si inserisce un rotore (gruppo campo) in uno statore (gruppo indotto)

1. Posizionare l'alloggiamento fornito da cliente su una base stabile e fissarlo per evitare spostamenti improvvisi.
2. Far scivolare lo statore nell'alloggiamento e assicurarlo incollandolo o bloccandolo come illustrato in Procedure di montaggio dello statore.
3. Far scivolare il rotore sull'albero fornito dal cliente e assicurarlo incollandolo o bloccandolo come illustrato in Procedure di montaggio del rotore.

⚠ CAUTION

I magneti in elementi delle terre rare sono soggetti alla formazione di cricche e schegge. Fare attenzione a non farli cadere e a evitare urti con altre superfici durante il montaggio del rotore sull'albero.

4. Prima di inserire il gruppo rotore/statore nel gruppo statore/alloggiamento, Kollmorgen consiglia vivamente di applicare un sottile strato di materiale con funzione di spessore, ad es. Mylar® film, nel foro interno dello statore.
 - Il film di Mylar può essere applicato come un pezzo unico avvolto interamente intorno alla circonferenza del foro dello statore o in più pezzi inseriti assialmente in punti equidistanti. Lo spessore ottimale del film e il numero di strati applicati dipende dal gioco tra rotore e statore relativo alla specifica taglia del motore che l'utilizzatore intende installare. Vedere la tabella sui giochi di scorrimento radiale riportata di seguito.

⚠ CAUTION

La superficie esterna del rotore può attaccarsi al punto più vicino sul foro interno dello statore a causa delle forze di attrazione magnetica quando l'utilizzatore tenta di installare il rotore. L'attrito risultante durante lo scorrimento del rotore sulla parte interna dello statore potrebbe danneggiare la banda, i magneti e i rivestimenti del rotore o le superfici del foro dello statore.

5. Inserire il rotore procedendo lentamente e con cautela lungo l'asse centrale per posizionarlo all'interno dello statore. Questa operazione può essere svolta a mano o con un'attrezzatura di installazione personalizzata.
6. Installare sul gruppo rotore i cuscinetti necessari a mantenere l'allineamento dell'albero prima di rimuovere gli spessori.
7. Rimuovere gli spessori inseriti nella luce tra il rotore e lo statore prima di procedere alla messa in funzione.

Gioco di scorrimento radiale tipico

		Dimensioni telaio TBM2G						
		050	060	068	076	085	094	115
Luce meccanica nominale	mm	0,26	0,29	0,26	0,26	0,26	0,26	0,40
	in	0,010	0,011	0,010	0,010	0,010	0,010	0,016

	Dimensioni telaio TBM2G						
	050	060	068	076	085	094	115
L'utilizzatore deve tenere conto dei requisiti di concentricità indicati su ciascun disegno di massima Kollmorgen per un dato modello. Scegliere cuscinetti con valori di attrito il più possibile bassi e lubrificante di alta qualità per ridurre l'attrito globale del sistema, garantendo in tal modo un funzionamento ottimale del motore.							

5.3.3 Procedure di montaggio dello statore

Kollmorgen consiglia le seguenti opzioni per l'installazione dello statore del motore in funzione di coppia, vibrazione e caratteristiche termiche dell'applicazione, nonché costo, facilità di montaggio e manutenzione secondo le esigenze dell'utilizzatore.

5.3.3.1 Incollaggio dello statore

NOTE

Pulire a fondo le superfici dello statore e dell'alloggiamento prima di procedere all'incollaggio per assicurare una buona adesione. Consultare la scheda tecnica dell'adesivo utilizzato per le procedure di pulizia a seconda del materiale dell'alloggiamento.

Nella maggior parte dei casi, nei motori con intervallo di coppia di piccolo fino a 2.400 Nm lo statore può essere fissato in posizione con un materiale epossidico strutturale, ad es. 3M™ Scotch-Weld™ 2214 o altri adesivi simili. L'incollaggio è una tecnica di installazione permanente preferita per tutti gli statori TBM2G. Come mostrato sotto nelle figure relative all'incollaggio dello statore, per utilizzare adeguatamente questa tecnica è necessario che il case dello statore abbia una forma cilindrica, con un piccolo spallamento per il posizionamento assiale a un'estremità e aperto all'altra estremità. Lo spallamento funge da fine corsa per lo statore una volta inserito dall'estremità aperta e in generale deve superare il diametro esterno massimo del giro finale dell'avvolgimento come riportato nel disegno di massima. I rilievi sugli angoli sono necessari per contenere gli spigoli vivi delle lamine dello statore. Un piccolo smusso interno all'estremità aperta dell'alloggiamento aiuta l'inserimento dello statore. Se la procedura di montaggio viene eseguita con l'alloggiamento dello statore in piano [asse di rotazione verticale], la pressione idrostatica dell'adesivo strutturale contribuisce all'autocentraggio dello statore nell'alloggiamento.

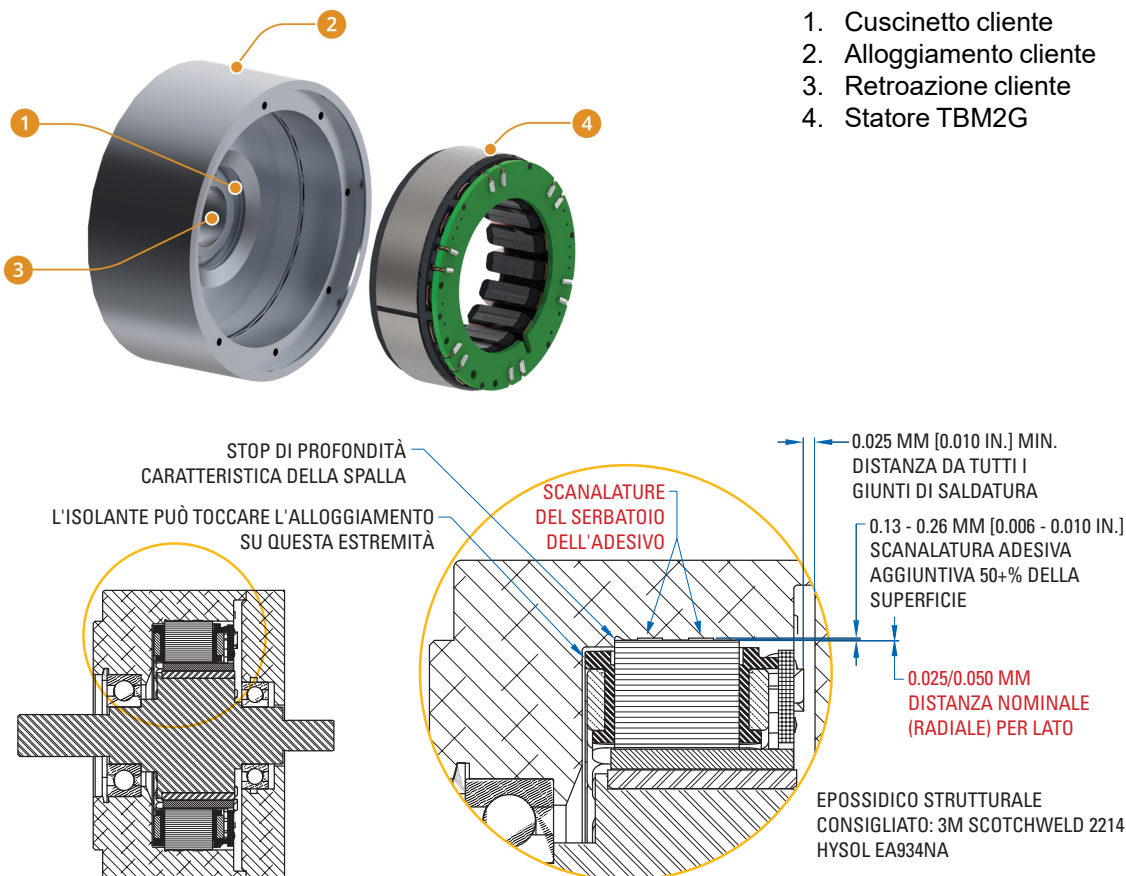


Figure 8-1: Incollaggio dello statore

Temperature estreme possono rappresentare un potenziale problema a causa dei diversi coefficienti di dilatazione termica [ad es. delle lamine in acciaio rispetto all'alloggiamento in alluminio]. L'utilizzatore deve consultare il produttore dell'adesivo per indicazioni in merito allo spessore corretto per il cordone adesivo, al processo di applicazione e alle modalità di manutenzione. Le scanalature presenti nel diametro interno dell'alloggiamento illustrato nelle figure relative all'incollaggio dello statore hanno la funzione di serbatoi di adesivo per il denso materiale epossidico strutturale e contribuiscono a incrementare la resistenza alla torsione in un ampio intervallo di temperature. Se si utilizza un adesivo epossidico denso, il diametro interno dell'alloggiamento cilindrico deve essere di circa 0,05 - 0,1 mm superiore al diametro esterno massimo dello statore. Se utilizzati come consigliato dal produttore, questi adesivi assicurano una durata e una resistenza notevoli nel tempo.

Se al posto di un materiale epossidico strutturale si preferisce un composto bloccante LOCTITE® 640™ o un altro adesivo simile, occorre verificare che il gioco tra il diametro interno dell'alloggiamento e il diametro esterno dello statore sia minore per mantenere un idoneo spessore del cordone adesivo. Consultare le linee guida del produttore per eventuali indicazioni.

NOTICE

L'utente si assume la responsabilità della selezione dell'adesivo adatto e della progettazione delle dimensioni dell'alloggiamento in base al coefficiente di dilatazione termica previsto in funzione degli estremi di temperatura dell'applicazione. Le temperature di indurimento degli adesivi non devono superare i 155 °C per evitare danni allo statore.

5.3.3.2 Bloccaggio dello statore

Per applicazioni in cui lo statore potrebbe essere sottoposto a montaggio e smontaggio continui, il bloccaggio assiale potrebbe rappresentare un'opzione accettabile. Kollmorgen in genere non raccomanda questa tecnica per applicazioni soggette a vibrazioni e urti notevoli o a temperature estreme senza particolari indicazioni di progettazione. Il case dello statore mostrato nella figura sottostante è molto simile a quanto illustrato per la tecnica di incollaggio con adesivo epossidico. Quando si monta lo statore utilizzando la tecnica di bloccaggio, il diametro interno dell'alloggiamento cilindrico deve essere di circa 0,025 - 0,050 mm superiore al diametro esterno massimo dello statore. Se si desidera, il piccolo spazio radiale tra il diametro esterno dello statore e il diametro interno dell'alloggiamento può essere riempito con un composto termico per garantire una conduzione più efficiente verso il dissipatore di calore.

NOTE

Usare la massima cautela per non contaminare le superfici di bloccaggio assiale con grassi che potrebbero ridurre l'attrito di bloccaggio.

È necessario uno spallamento lavorato a macchina con funzione di fine corsa e punto di posizionamento per lo statore una volta inserito. Occorre un anello di bloccaggio separato all'estremità opposta dello statore, da imbullonare all'alloggiamento con 4-12 dispositivi di fissaggio equidistanti. Aumentare al massimo la superficie di bloccaggio utilizzando le dimensioni indicate nel disegno di massima. In questo modo si riduce la sollecitazione di bloccaggio che agisce sullo statore. Prevedere per il foro dell'alloggiamento una profondità tale da garantire il contatto tra l'anello di bloccaggio e il nucleo dello statore prima del contatto con l'alloggiamento in tutte le condizioni di tolleranza e temperatura. Il bloccaggio sulla superficie dell'alloggiamento prima che sullo statore determinerà una forza di bloccaggio insufficiente. Vedere il disegno di massima per le tolleranze applicate allo statore. Le pressioni di bloccaggio dipendono dalla superficie e dalla forza di bloccaggio. La pressione di bloccaggio deve essere compresa tra 5 e 20 Mpa (da 725 psi a 2900 psi). Prestare attenzione per evitare pressioni di bloccaggio eccessive. Pressioni estreme causeranno un aumento delle perdite dal nucleo in presenza di elevate velocità di rotazione. Prestare inoltre attenzione per garantire un precarico sufficiente sui bulloni di bloccaggio. Questa misura, insieme a un frenafili amovibile, eviterà che i bulloni di bloccaggio si allentino dopo un uso prolungato.

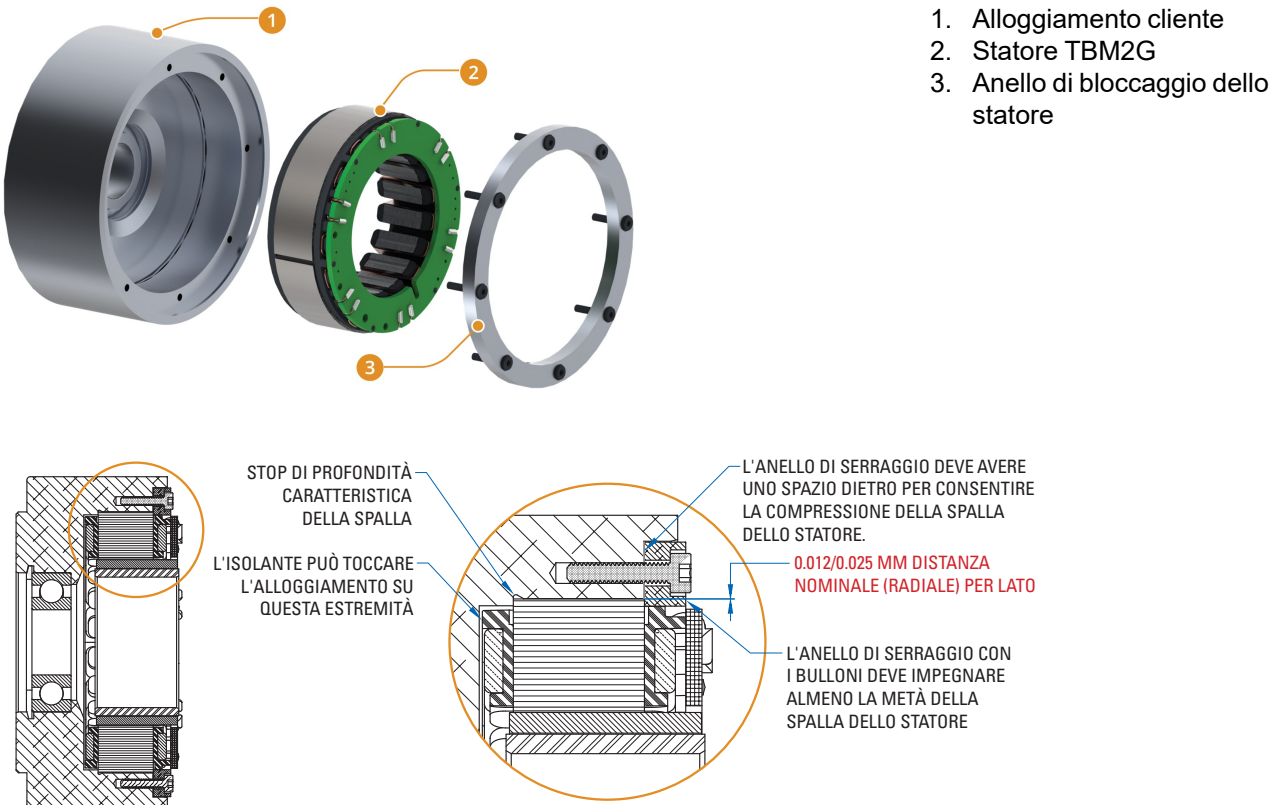


Figure 8-2: Bloccaggio dello statore

5.3.4 Procedure di montaggio del rotore



I motori della serie TBM2G di Kollmorgen e altri motori brushless frameless utilizzano magneti ad alte prestazioni a base di elementi delle terre rare. Usare la massima cautela durante la manipolazione o il trasporto per evitare lesioni e danni al prodotto. Le forze di attrazione tra i rotori magnetizzati e oggetti metallici vicini possono essere molto elevate. Una manipolazione non adeguata può causare urti imprevisti e improvvisi. L'intenso campo magnetico può inoltre danneggiare PC, monitor e dispositivi di archiviazione posti nelle vicinanze. Mantenere il rotore all'interno del contenitore di spedizione o adeguatamente protetto fino al momento dell'installazione. In questo modo si eviteranno incidenti e contaminazioni dovute ad es. a sfridi metallici o detriti che potrebbero attaccarsi ai magneti.

5.3.4.1 Controllo della coassialità radiale



I disegni di massima specifici per i modelli di Kollmorgen evidenziano un requisito di montaggio relativo alla coassialità del diametro interno del rotore con il diametro esterno dello statore. L'indicazione si riferisce ai requisiti di coassialità tra il diametro esterno dell'albero e il diametro interno dell'alloggiamento. L'utilizzatore è responsabile della progettazione dell'albero, dell'alloggiamento e del sistema di cuscinetti in conformità con il limite di coassialità specificato tra il diametro esterno della superficie di incollaggio dell'albero e il diametro interno della superficie di incollaggio dell'alloggiamento. Se si rispetta questo requisito, la concentricità globale del diametro esterno del rotore rispetto al diametro interno dello statore risulterà accettabile.

5.3.4.2 Incollaggio del rotore

NOTE

Pulire a fondo le superfici dello statore e dell'alloggiamento prima di procedere all'incollaggio per assicurare una buona adesione. Consultare la scheda tecnica dell'adesivo utilizzato per le procedure di pulizia a seconda del materiale dell'alloggiamento.

In generale, per applicazioni in cui la coppia di picco non supera 750 Nm è possibile incollare i rotori ad alberi in acciaio al carbonio o acciaio inossidabile. Con composti bloccanti, ad es. LOCTITE® 640™ o altri adesivi simili sono di regola necessari diametri continui e uniformi dell'interfaccia e tolleranze di accoppiamento ristrette, ad es. luci nominali pari a 0,012 mm - 0,025 mm. I materiali epossidici strutturali richiedono generalmente giochi di accoppiamento di poco superiori per ottenere un cordone di incollaggio più spesso. Per i materiali epossidici risultano spesso vantaggiose scanalature nell'interfaccia albero/rotore che fungono da serbatoi di adesivo; sono inoltre utili superfici testurizzate mediante zigrinatura o granigliatura. Rivolgersi al produttore dell'adesivo per indicazioni sul corretto spessore del cordone di incollaggio, sulle tolleranze di accoppiamento, sui dettagli del processo e sulle procedure di indurimento.

Per evitare la parziale smagnetizzazione del rotore, non indurire i giunti adesivi rotore/albero a temperature superiori a 110 °C a meno che il rotore non sia integrato nello statore corrispondente o sia completamente circondato da un'armatura di protezione in metallo ferroso. Consultare un tecnico Kollmorgen per maggiori informazioni su questo argomento. Prima di incollare rotori ad alberi in alluminio, chiedere assistenza al produttore dell'adesivo. Potrebbe essere necessario un adesivo altamente flessibile con notevoli proprietà termiche.

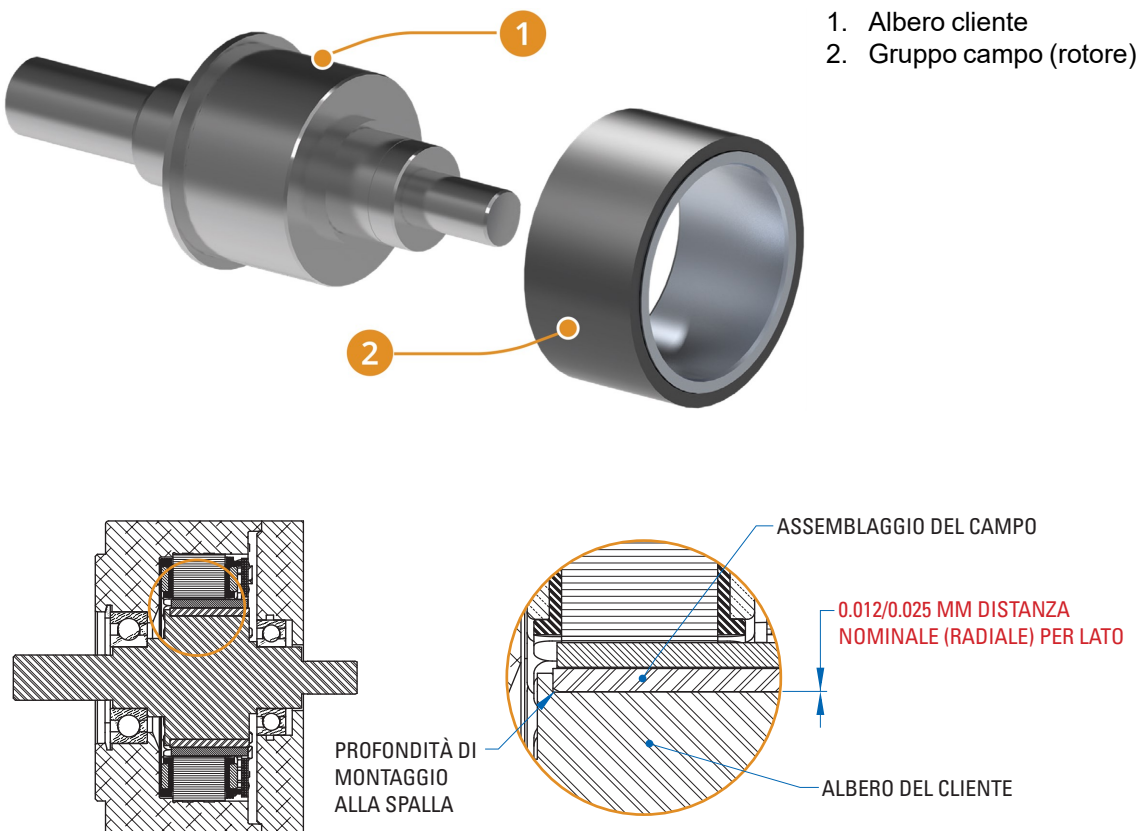


Figure 8-3: Incollaggio del rotore

5.3.5 Procedure di montaggio assiale

5.3.5.1 Controllo dell'allineamento assiale

I disegni di massima specifici per i modelli di Kollmorgen indicano la necessità di mantenere l'allineamento assiale tra rotore e statore una volta montati per garantire adeguate prestazioni del motore. L'utilizzatore è responsabile della progettazione dell'albero del rotore, del case dello statore e del sistema di cuscinetti finalizzata al conseguimento dell'allineamento di montaggio specificato. Per controllare la posizione di installazione del rotore si utilizzano di norma spallamenti lavorati a macchina presenti sull'albero o sulle scanalature per anelli di ritegno rimovibili. Il diametro massimo degli anelli di ritegno o degli spallamenti per l'albero deve essere mantenuto inferiore al diametro del rotore laddove i magneti sono incollati al mozzo in acciaio.

5.3.6 Montaggio assiale

Per assicurare prestazioni ottimali e una corretta attivazione dei dispositivi a effetto Hall, Kollmorgen specifica una quota di montaggio tra il bordo del pacco di lamine e il bordo dell'anello a giogo [Kollmorgen].

Questa quota di montaggio assicura la copertura completa del pacco di lamine da parte del materiale magnetico e, se del caso, l'estensione assiale dello stesso per attivare i dispositivi a effetto Hall.

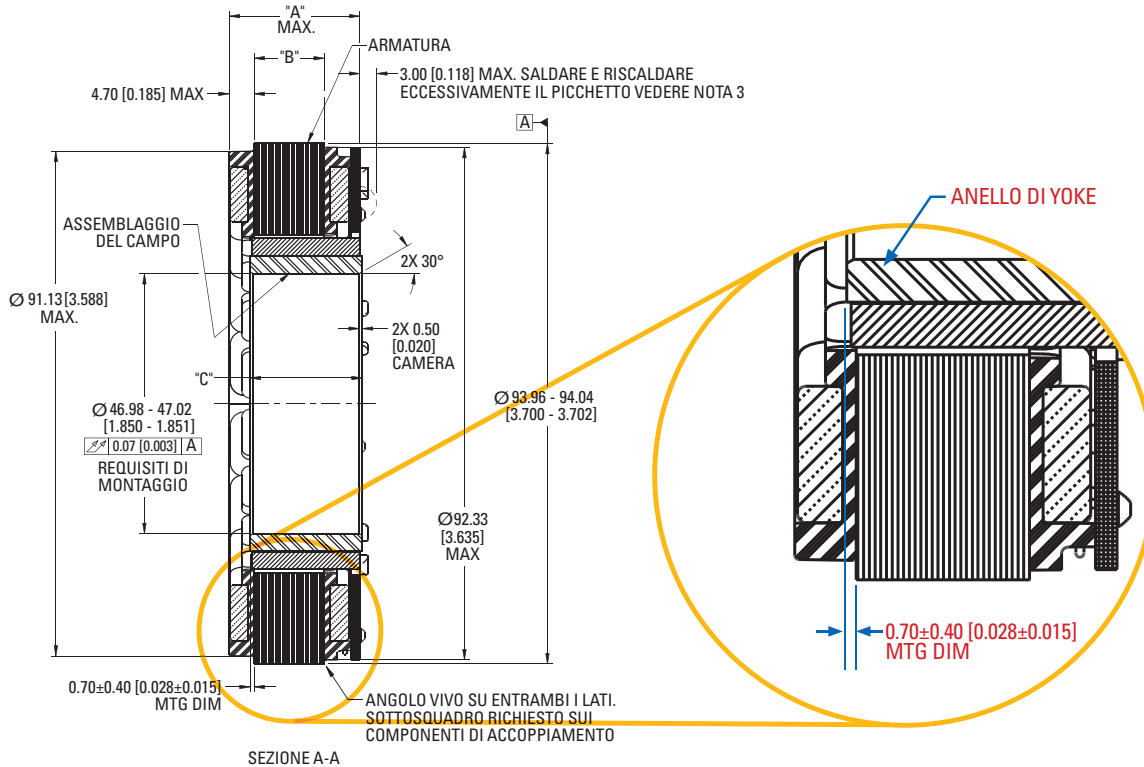


Figure 8-4: Illustrazione della quota di montaggio riportata su un disegno di massima di un TBM2G-068XXX-XXXX-00. Questa quota viene misurata dal bordo sinistro del pacco di lamine al bordo sinistro del materiale del giogo (non del magnete).

Se si desidera stabilire la quota di montaggio alternativa dall'altro lato del pacco di lamine, è possibile calcolare il valore nominale utilizzando alcuni parametri a partire dal disegno. Per calcolare il valore nominale dal bordo destro del pacco di lamine al bordo destro del materiale del giogo, utilizzare l'equazione seguente:

$$\text{Quota di montaggio alternativa (mm, nominale)} = "C" - "B" - 0,70 \text{ mm}$$

Come esempio di calcolo della quota di montaggio alternativa useremo:

- Le quote per TBM2G-06813-00 dal disegno di massima di TBM2G-068XXX-XXXX-00 in "Illustrazione della quota di montaggio riportata su un disegno di massima di un TBM2G-068XXX-XXXX-00. Questa quota viene misurata dal bordo sinistro del pacco di lamine al bordo sinistro del materiale del giogo (non del magnete)." (→ p. 145).
- L'equazione per la quota di montaggio alternativa
- Una tabella dal disegno di massima di TBM2G-068 che riporta i valori di "B" e "C", mostrata in "Tabella dei valori di "A" MAX, "B" e "C" dal disegno di massima di TBM2G-068XXX-XXXX-00." (→ p. 146).

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Figure 8-5: Tabella dei valori di "A" MAX, "B" e "C" dal disegno di massima di TBM2G-068XXX-XXXX-00.

Esempio:

Per TBM2G-06813-00, "B" = 12,7 mm nominale e "C" = 19,26 mm nominale. La quota di montaggio originale, 0,70 mm nominale, è già indicata nel disegno di massima. Applicando la nostra equazione possiamo calcolare quanto segue:

$$\text{Quota di montaggio alternativa (mm)} = 19,26 \text{ mm} - 12,7 \text{ mm} - 0,70 \text{ mm} = 5,86 \text{ mm nominale}$$

5.3.7 Interfaccia di cablaggio elettrico

5.3.7.1 Cablaggio

I motori della serie TBM2G sono disponibili con cavi flying lead senza terminazioni conformi a UL. L'utilizzatore è responsabile del corretto instradamento dei cavi e del collegamento degli stessi come da schemi riportati nei disegni Kollmorgen. Evitare percorsi dove i cavi debbano attraversare spigoli vivi, rischiando di restare pizzicati e di forare la guaina isolante. Bloccare o fissare in altro modo i fasci di cavi in applicazioni con vibrazioni elevate ed evitare il contatto con superfici mobili o vibranti che potrebbero abradere la guaina isolante. Prevedere sistemi di allentamento della tensione per i fasci di cavi e garantire spazio a sufficienza per la piegatura. L'utente si assume la responsabilità dell'installazione dei connettori, della crimpatura, della saldatura, della schermatura, del montaggio di bussole o di qualsiasi altro tipo di sistema di raggruppamento dei cavi o di miglioramento dell'interfaccia elettrica in aggiunta alla configurazione mostrata nel disegno di massima di TBM2G.

5.3.7.2 Requisiti per i cavi (nessuna opzione)

Raccomandazioni/linee guida per la saldatura del cavo sulla piastra.

5.3.7.3 Specifiche generali e cablaggio dei cavi di alimentazione

SPECIFICHE GENERALI DEI CAVI DI ALIMENTAZIONE

Motore	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	3 flying lead						
Lunghezza, mm*	500						
Diametro filo, AWG	20	20	20	18	16	14	14
Diametro nominale guaina isolante, mm	1,47	1,47	1,47	1,70	1,98	2,26	2,26
Min. raggio di curvatura statico, mm	7,37	7,37	7,37	8,51	9,91	11,3	11,3

*Versione senza cavo opzionale (solo piastra saldata)

INTERFACCIA ELETTRICA DEI CAVI DI ALIMENTAZIONE

Colore	Funzione (alt)
Rosso	Fase U (A)
BIANCO	Fase V (B)
Nero	Fase W (C)

TABELLA DI ECCITAZIONE DEI CAVI DI ALIMENTAZIONE			
PASSO	Fase "U" rosso	Fase "V" bianco	Fase "W" nero
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

Rotazione CW vista da PCB/estremità uscita cavo

5.3.7.4 Specifiche generali e cablaggio dei dispositivi termici

Per garantire un funzionamento sicuro continuo dei motori della serie TBM2G in applicazioni complesse, è possibile collegare alla scheda PCBA termistori integrati. L'opzione tipica per TBM2G è un rilevatore di temperatura a resistenza (RTD) PT1000. In alternativa, tre dispositivi PTC cablati in serie, uno per avvolgimento, assicurano protezione ad ogni fase.

SPECIFICHE GENERALI DEI CAVI TERMICI

Motore	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	2 flying lead						
Lunghezza, mm*	500						
Diametro filo, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diametro nominale guaina isolante, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Min. raggio di curvatura statico, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Versione senza cavo opzionale (solo piastra saldata)

INTERFACCIA ELETTRICA DEI CAVI TERMICI

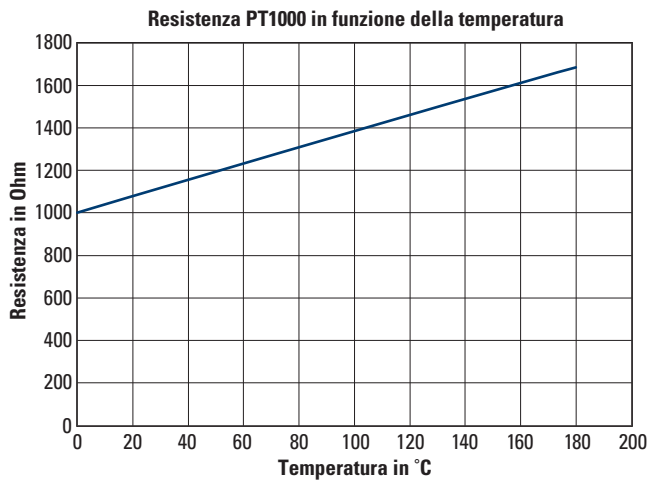
Colore	Funzione (alt)
Bianco	Sensore termico +
Bianco	Sensore termico -

5.3.7.4.1 Protezione termica

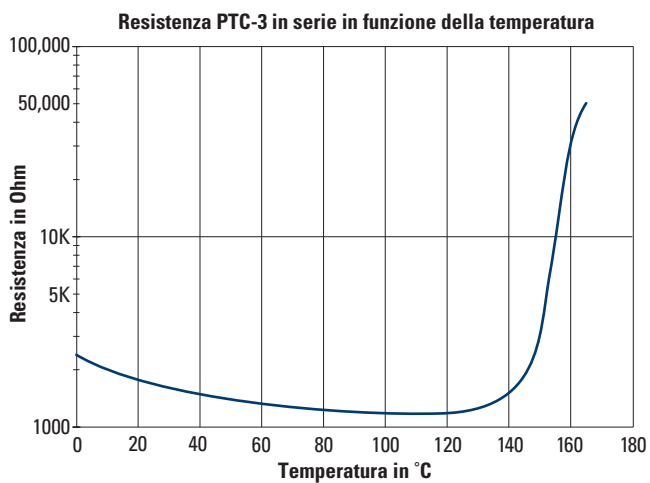
Esistono due metodi per la protezione termica in caso di funzionamento continuo. Il primo metodo prevede la misurazione continua della temperatura del motore utilizzando un PT1000. La temperatura del motore viene determinata misurando la resistenza del PT1000 secondo IEC-60751 (vedere grafico sottostante). Dal momento che è possibile usare solo un dispositivo, questo metodo è in grado di monitorare unicamente una delle fasi del motore. Pertanto è sconsigliato per applicazioni in cui il motore resta in stallo per un periodo prolungato.

Il secondo metodo impiega tre PTC a valanga in serie. È previsto un PTC per monitorare ciascuna delle tre fasi e accertare che nessuna di esse superi la temperatura nominale del motore. Scegliere questa opzione se il motore rimane in stallo per un periodo prolungato. Durante il normale funzionamento la resistenza dei dispositivi resta inferiore a 1.500 ohm. Quando una fase raggiunge 155 °C la resistenza aumenta rapidamente e supera 7.000 ohm.

Nessuno di questi metodi protegge il motore dal surriscaldamento quando viene applicata corrente superiore al valore nominale continuo. I dispositivi termici non sono in grado di reagire con sufficiente rapidità rispetto alla variazione della temperatura che si verifica quando si applica una corrente di picco. È necessario che l'azionamento limiti il tempo in cui la corrente di picco viene applicata al motore per evitarne il surriscaldamento.



Questa opzione prevede solo il PT1000 in serie e dà una curva come mostrato nel grafico che precede.



In questa opzione sono presenti tre PTC in serie in tre fasi diverse. Se una delle fasi si avvicina alla temperatura nominale del motore, la resistenza aumenta notevolmente.

5.3.7.5 Specifiche generali e cablaggio dei sensori a effetto Hall

SPECIFICHE GENERALI DEI SENSORI A EFFETTO HALL

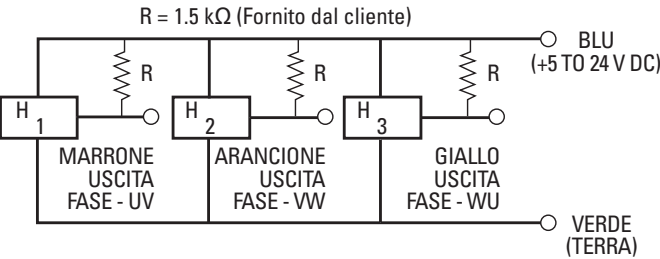
Motore	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
Tipo	5 flying lead, Allegro A1260						
Tensione d'ingresso, V CC	da +5 to 24						
Segnale di uscita	Sink						
Lunghezza, mm*	500						
Diametro filo, AWG	26	26	26	26	26	26	26
Diametro nominale guaina isolante, mm	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Min. raggio di curvatura statico, mm	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95	4,95

*Versione senza cavo opzionale (solo piastra saldata)

INTERFACCIA ELETTRICA DEI SENSORI A EFFETTO HALL

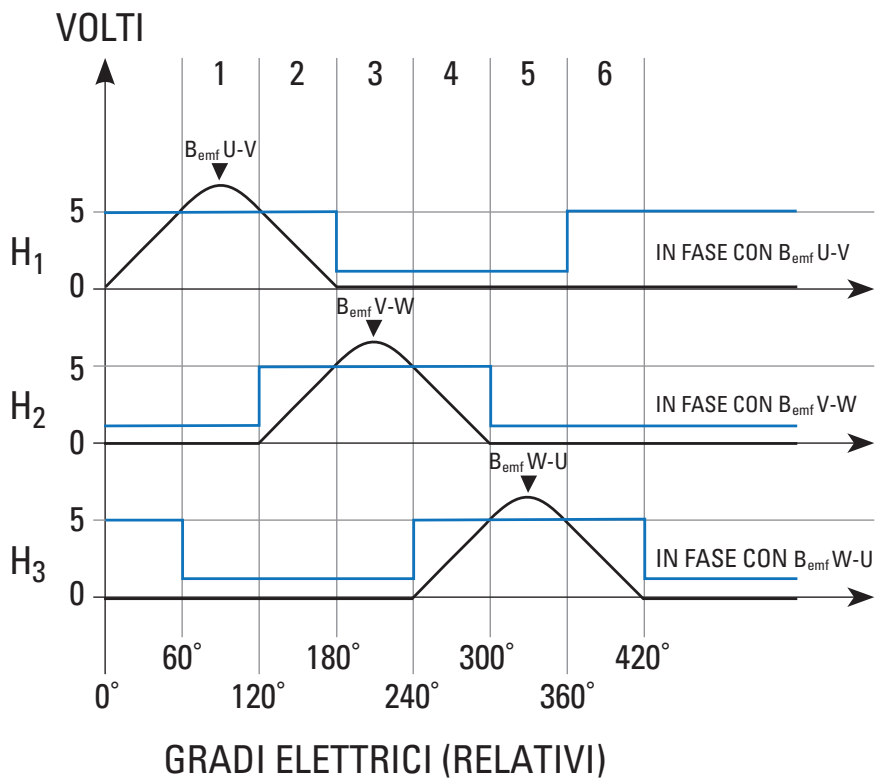
Colore	Funzione (alt)
Marrone	Hall 1 (U-V)
Arancione	Hall 2 (V-W)
Giallo	Hall 3 (W-U)
Blu	da +5 a 24 V CC
Verde	Terra

Schema di cablaggio dei sensori



Schema delle uscite dei sensori

U, V, W in fase per rotazione CW vista da PCB/estremità uscita cavo



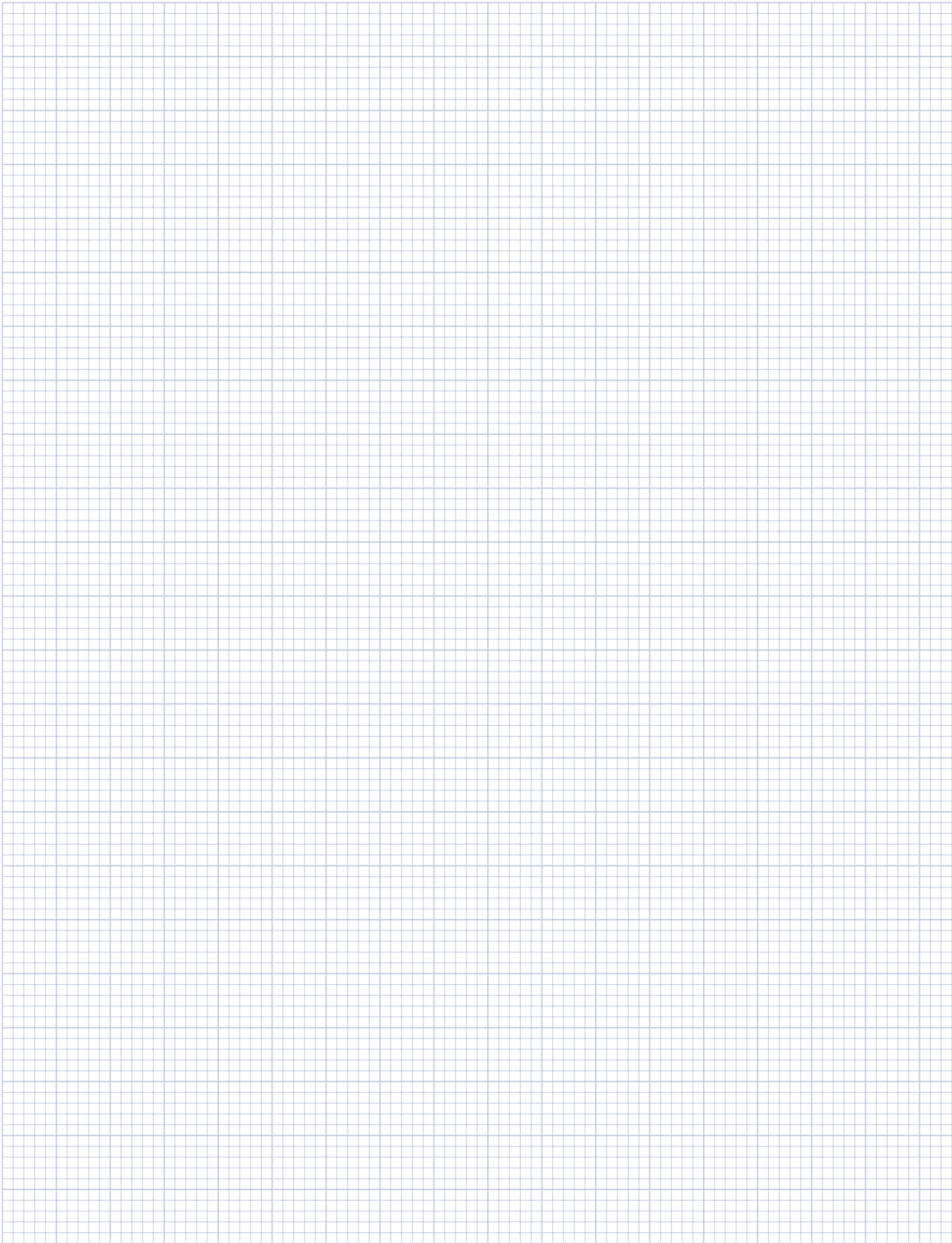
5.4 Definizione dei termini per i dati tecnici

- Coppia di stallo continua max., T_{mc} [Nm]:** La coppia di stallo continua max. può essere mantenuta per un tempo indefinito a bassa velocità e in condizioni ambientali nominali. È prevista una riduzione supplementare della potenza se la velocità non è sufficientemente elevata da generare una distribuzione uniforme del calore tra le fasi. Questo valore presuppone una temperatura ambiente di 25 °C.
- Corrente continua max, I_{mc} [Arms]:** La corrente continua massima è la corrente sinusoidale effettiva che il motore assorbe a bassa velocità per generare la coppia di stallo continua max.
- Velocità meccanica max., N_{max} [giri/min]:** La velocità meccanica max. è la velocità più elevata che il motore può raggiungere. È limitata da fattori meccanici quali la forza adesiva del legame magnetico.
- Coppia di picco, T_p [Nm]:** La coppia di picco può essere mantenuta per durate brevi, in funzione delle condizioni ambientali e del ciclo di lavoro complessivo. Questo valore può essere limitato anche sulla base delle specifiche dell'azionamento e della tensione di alimentazione.
- Corrente di picco, I_p [Arms]:** La corrente di picco del motore (valore sinusoidale effettiva) è pari tre volte la corrente continua. Il valore reale è inferiore alla corrente di picco del motore o alla corrente di picco dell'azionamento utilizzato.
- Coppia nominale, T_{rtd} [Nm] :** La coppia nominale è prodotta quando il motore assorbe la corrente nominale alla velocità nominale. La coppia nominale può essere prodotta per un tempo indefinito alla velocità nominale in funzionamento continuo (N_{rtd}). Questo valore presuppone una temperatura ambiente di 25 °C.
- Costante di coppia, K_T [Nm/Arms]:** La costante di coppia definisce la quantità di coppia che è prodotta dal motore per unità di corrente. Misurata sia a temperatura ambiente (25 °C) che alla temperatura degli avvolgimenti (155 °C).
- Costante di forza elettromotrice di ritorno, K_e [Vrms/kgiri/min]:** La costante BEMF definisce la forza elettromotrice di ritorno indotta del motore, come un valore sinusoidale effettivo tra due morsetti, per 1.000 giri/min. Misurata sia a temperatura ambiente (25 °C) che alla temperatura degli avvolgimenti (155 °C).
- Costante del motore, K_m [Nm/√W]:** Questa costante viene di norma usata per confrontare la densità di potenza del motore allo stallo o in prossimità di esso. Definisce la quantità di coppia che il motore può produrre con una data quantità di potenza. Questo valore è indicato con K_t e resistenza alla temperatura degli avvolgimenti di 25 °C.
- Resistenza, R_m [Ω]:** La resistenza viene misurata in concatenazione e in corrispondenza della scheda PCB. Il valore non include la resistenza dei cavi del motore. Il valore della resistenza è indicato a 25 °C e aumenta all'aumentare della temperatura degli avvolgimenti.
- Induttanza, L [mH]:** L'induttanza viene misurata in concatenazione e in corrispondenza della scheda PCB. È l'induttanza media del motore rispetto alla posizione del rotore. Il valore è misurato alla temperatura degli avvolgimenti di 25 °C.
- Momento di inerzia del rotore, J_m [kg-cm²]:** Il momento di inerzia del rotore tiene conto della capacità di accelerazione angolare del motore. Questo valore si riferisce unicamente ai componenti standard del gruppo campo (anello a giogo e magnete ad anello). I componenti forniti dal motore alterano l'inerzia totale.
- Attrito statico, T_f [Nm]:** L'attrito statico è la coppia che va superata affinché il motore entri in rotazione. È la combinazione delle perdite di isteresi a bassa velocità e del picco della coppia di cogging.

Non include le perdite del sistema dovute ai cuscinetti. Questo attrito non va considerato nel calcolo delle perdite rotazionali del motore in velocità.

Resistenza termica, R_{thw-a} [$^{\circ}\text{C}/\text{watt}$]: La resistenza termica è la misura dell'aumento di temperatura in stato costante per unità di energia dissipata dalle perdite. Questo valore presume che il motore TBM2G sia incluso in un alloggiamento e sia montato su un dissipatore di calore in alluminio come definito nella corrispondente scheda CD o equivalente.

Notes



2 mm divisions

6 中文

6.1 一般信息

6.1.1 关于本手册

本手册介绍 TBM2G 无框电机（标准版本）。如果在驱动系统中共同运行 TBM2G 电机与 Kollmorgen® 伺服驱动器，请遵守整个系统文档，包括：

- 伺服驱动器安装手册
- 现场总线通信手册（例如 CANopen 或 EtherCAT）

更多背景信息请参阅 Kollmorgen 开发者网络，网址 kdn.kollmorgen.cn。

6.1.2 所使用的缩写词

NOTE

- 技术数据中所使用的缩写词可参阅“术语定义”。
- 在本文档中，符号 (→ # 25) 是指：请参阅第 25 页。

6.1.3 所用符号

符号	含义
 危险	表示一种危险情况，如果不加以避免，将会导致人员死亡或严重受伤。
 警告	表示一种危险情况，如果不加以避免，可能会导致人员死亡或严重受伤。
 小心	表示一种危险情况，如果不加以避免，可能会导致人员轻度或中度受伤。
NOTICE	表示如果不避免，可能会导致财产损失。
NOTE	表示重要的注意事项。
	危险警告（通用）。危险类型取决于符号旁边的文字描述。
	用电危险警告。
	表面高温危险警告。
	悬挂负载警告。

6.1.4 安全性

6.1.4.0.1 安全注意事项



起搏器警告！

只要不安装磁转子便会产生强磁场，这会对体内有受磁场影响的植入物（如心脏起搏器）的人员构成危险。一般而言，所有因强磁场影响而可能遭受健康损害的人员必须与转子保持至少 1 米的安全距离。



小心磁场！

产生强磁场会对体内有受磁场影响的植入物的人员构成危险。一般而言，所有因强磁场影响而可能遭受健康损害的人员必须与电机保持至少 1 米的安全距离。

只有具备相应资质的人员才允许执行诸如运输、安装、调试和维护等活动。具备相应资质的人员是指熟悉电机的运输、组装、安装、调试和操作，并具备相应工作资质的人员。具备资质的人员必须了解并遵守以下标准和指令：IEC 60364、60662 和国家事故预防条例。

> 本文档中的建议旨在作为一般安装指南，仅供参考使用。

> 对于这些技术的错误实施，Kollmorgen 不承担任何责任，由用户承担全部责任。



小心戴防护手套！

在操作电机时，请务必戴上防护手套。

安装和调试前需阅读可用文档。操作电机部件不当可能会造成人身伤害和设备损坏。在电机定子内安装转子时必须特别注意。可能需要工具或固定装置。



小心磁场！

强磁场会吸引金属物体，并对手和手指造成安全隐患。在操作 TBM2G 电机或在其附近工作时，确保手边至少有两个由坚固的非磁性材料制成的细尖楔形物，例如：V2A（楔角约为 10°-15°）和非金属锤（约 3 kg）。紧急情况下，您可以使用这些工具分离被磁力束缚在磁性转子上的物体（例如，释放身体被困部分）。

将手表和磁性数据媒介（信用卡、软盘等）以及数字显示器（手机、笔记本电脑等）远离 TBM2G 电机（<500 mm）放置。由于磁吸引力较大，在距磁性转子约 50mm 的范围内须特别小心。在此区域内，不得手持重型（>1 kg）或大面积（>1 dm²）的钢或铁制品。

不得在未对转子进行包装的条件下储存转子。使用厚度至少为 20 mm 的非磁性包装材料。储存位置必须干燥，并避免受热。除非安装在定子内部，否则请勿将电机转子暴露在超过 110°C 的高温下。超过 110°C 的热量会使转子磁体退磁。

在存放电机的地方贴上警告标志：小心：强磁

在机器上贴上易见的警告标志（如永久性自粘标签）。小心：本机上的驱动器装有强磁体。强磁场 + 高吸引力！



危险接地！高压危险！

必须确保电机定子的金属部件与开关柜内的 PE（保护性接地）母线正确接地。无低电阻保护性接地则无法保证人员的安全。有关详细信息，请参见本文档“固定和安装指南”中的“接地”部分。

即使电机未运作，电源连接可能仍带电。在存在电压的情况下，切勿解除电气连接。在不利的情况下，这会引起电弧放电，并对人员和设备造成伤害和损坏。

6.1.5 重要事项

需要专业人员！

只有具备相应资质的人员才允许执行诸如运输、组装、设置和维护等任务。具备资质的专业人员是指熟悉电机运输、安装、组装、调试和操作且具备履行职责所需的相关最低资质：

- **运输**：只能由具有处理静电敏感器件知识的人员执行。
- **机械安装**：只能由在机械方面具有资质的人员执行。
- **电气安装**：只能由在电气方面具有资质的人员执行。
- **设置**：只能由具有电气工程和驱动器技术相关知识的合格人员执行。

具备资质的人员必须了解并遵守 IEC 60364 / IEC 60664 和国家事故预防条例。

阅读文档！

安装和调试前需阅读可用文档。错误处理定子/电机会对人员造成伤害或损坏财产。因此，操作人员必须确保受托在无框电机上工作的所有人员都已阅读并理解本手册并遵守本手册中的安全事项。

注意技术数据！

遵守有关连接条件的技术数据和规格（[Technical Data](#) 中电气额定值）。如果超过允许的电压值或电流值，则会损坏无框电机，比如出现过热。

执行风险评估！

机器制造商必须对机器进行风险评估，并采取适当措施来确保意外的移动不会造成任何人身伤害或财产损失。通过风险评估，可能还会对专业人员提出更多要求。



小心表面高温！

TBM2G 电机在操作过程中，根据它们的防护类别，表面可能会非常烫。当心轻度烧伤！表面温度会超过 155°C。

- 测量温度并等待，直到 TBM2G 电机冷却到 40°C 以下再去触碰。

**危险接地！ 高压危险！**

确保 TBM2G 电机与开关柜中的保护性接地（PE）母线安全接地至关重要。有触电危险。请确保低电阻接地，否则无法保证人身安全，有触电死亡的危险。

- 没有光学显示器并不能保证没有电压。即使转子不旋转，电源连接处也可能带有电压。
- 在操作过程中，不要拔掉任何连接器的插头。触摸暴露触点有死亡或严重伤害的风险。即使转子不旋转，电源连接也可能是带电的。这可能会引起跳火，导致人员受伤、触电损坏。
- 在断开伺服驱动器与电源电压的连接后，请等待几分钟后，再触摸任何正常带电的部件（如触电、螺丝连接处）或打开任何连接。
- 伺服驱动器中的电容器在关闭电源电压数分钟后仍然可以携带电压，危险。为确保安全，请测量直流母线电压，直到电压降到 60V 以下。

依照指示使用（“预期用途”）

- 用户只允许在本文件中规定的环境条件下操作电机。
- 该系列电机专用于由伺服驱动器驱动。
- 电机作为部件安装在电气设备或机器上，只能作为这些设备或机器的集成部件进行调试并投入使用。
- 最终用户负责机器的合规性。

6.1.6 禁止使用

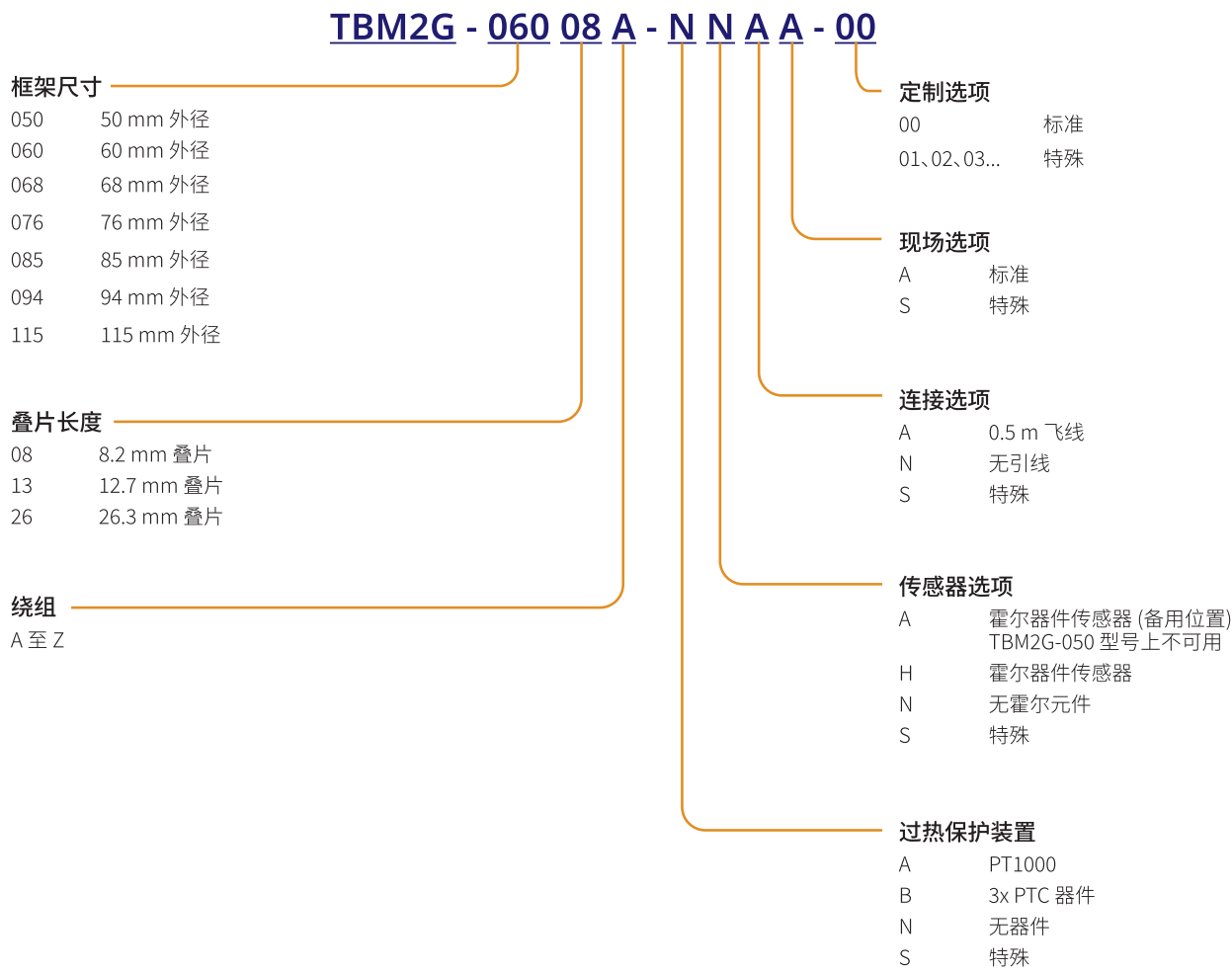
在未咨询 Kollmorgen 客户支持部的前提下，禁止在以下环境中使用电机：

- 可能发生爆炸的区域
- 具有腐蚀性和/或导电性的酸性溶液、碱性溶液、油、蒸汽、灰尘的环境
- 真空
- 直接在主电源网络上使用

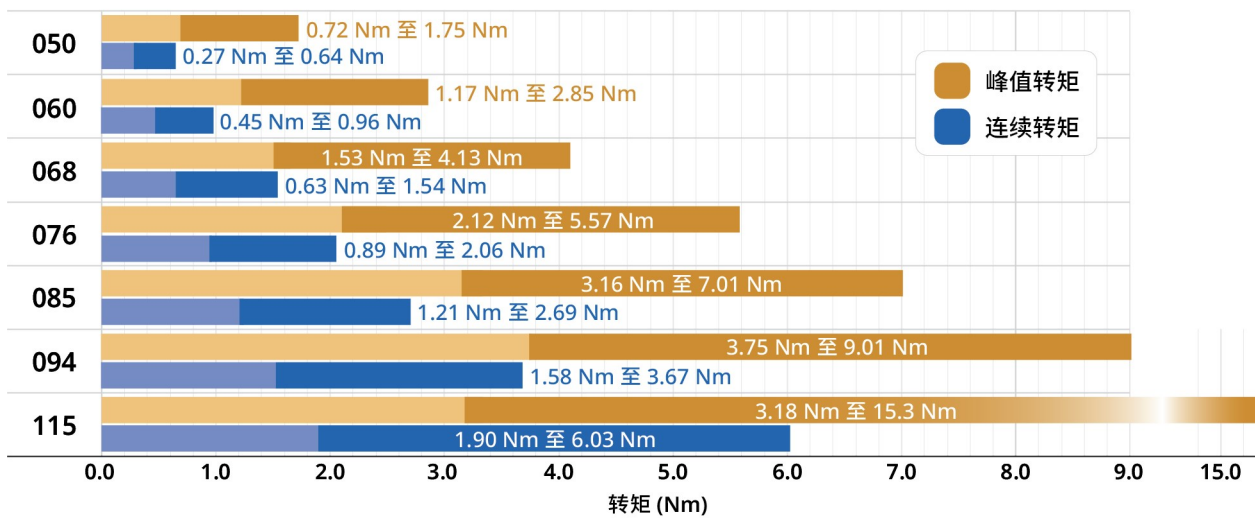
如果安装机器有以下情况，则禁止调试电机

- 不符合欧共体机械指令的要求
- 不符合 EMC 指令
- 不符合低电压指令

6.1.7 型号命名原则



6.1.8 转矩概览



6.1.9 部件材料图



1. 磁轭
 - 材料：400 系列不锈钢
2. 环形磁铁
 - 材料：钕铁硼（钕）
 - 涂层：环氧树脂
3. 印刷电路板 (PCB)
4. 线圈
 - 材料：铜
 - 涂层：清漆
5. 端部绝缘
 - 材料：聚合树脂
6. 电源线
7. 叠片
 - 材料：电工钢
8. 可选过热保护装置
(安装在 PCB 下方)
 - PT1000
 - PTC 雪崩 (3 个串联)
9. 可选霍尔传感器
(安装在 PCB 下方)
 - Allegro A1260

6.2 储存、操作和运输指南

6.2.1 储存

环境条件分类	根据 IEC 60721-3-1，EN61800-2 为 1K4。
储存温度	-25°C 至 +55°C，每小时最大变化 20°K
湿度	相对湿度 5%-95%，无冷凝
储存时间	无限制

NOTE

只能将电机置于制造商原包装内进行存储。

6.2.2 操作

环境温度（额定值）	-20°C 至 +40°C，适用于海拔 1000 米以下的场地
允许的湿度（额定值）	相对湿度 95%，无冷凝
功率降额（电流和扭矩）	对于海拔超过 1000 米，海拔每升高 1000 米温度降低 10°K 的场地，无降额。必须保证绕组温度不超过 155 °C。

6.2.3 运输

环境条件分类	根据 IEC 60721-3-2，EN61800-2 为 2K3。
储存温度	-25°C 至 +70°C，每小时最大变化 20°K
湿度	相对湿度 5%-95%，无冷凝

NOTE

避免冲击。如果包装损坏，请检查电机部件是否有明显损坏。告知运输方，并在适当情况下告知制造商。

6.2.4 开箱

定子和转子组件通常以单个或散装包装一同进行装运。作为一个特殊选项，可提供定制散装包装。转子和定子之间由包装材料分开，因此可防止因为强磁力而相互影响。开箱时应注意保持将部件分开，以防止高磁化转子撞击其他物体。

如有需要，定子可以包含霍尔传感器器件。这些器件易受到静电损害。使用防静电袋运输带有霍尔器件的定子。在开箱过程中，应注意继续进行防静电保护。

6.3 固定和安装指南

① IMPORTANT

本 Kollmorgen 手册中的建议旨在作为一般安装指南，仅供参考使用。对于这些技术的错误实施，Kollmorgen 不承担任何责任，由用户承担全部责任。

6.3.1 电枢组件和磁场组件的定义

电枢组件 (定子)

电枢组件是无框电机的固定部分。该组件由磁钢叠片、线圈和引线组件组成。它还可能包含其他选件，如霍尔器件或热传感器。

磁场组件 (转子)

磁场组件是无框架电机的移动部分。该组件由稀土环形磁体和磁轭环组成。

无框电机 (套件)

电机单独制造和装运的部件：定子和转子。必须将各个部件组装到最终用户制造的外壳、轴和轴承系统中。

6.3.2 用户接口职责

为确保将电机安装到系统中时其具有适当的性能和可靠性，用户有责任在以下信息的指导下设计安装接口。用户负责根据预期应用需求设计转子轴、定子外壳、轴承系统、外壳设计细节、材料选择、适配计算和公差分析。

6.3.2.1 轴承

在电机应用中，用户提供的轴承系统必须具有足够的刚度，以在所有操作条件下保持转子与定子之间固定均匀的间隙。均匀间隙包括对转子与定子之间的跳动和同心度的限制。

6.3.2.2 定子安装材料

推荐使用金属外壳或夹箱结构稳固安装定子，以确保可获得最佳的导电散热路径和适当的结构完整性。尽管不锈钢合金（300 系列或等效材料）对于热要求不高的应用而言是可接受的选择，但铝合金因其优越的导热性和强度重量比而成为首选。碳钢、铸铁、400 系列不锈钢合金和其他磁通传导的含铁金属不适用于定子安装。如果必须使用此类金属，请咨询 Kollmorgen 工程师以获取帮助。不建议使用塑料或其他类似的热隔离材料，因为其会对系统的散热能力产生不利影响，并导致电机性能显著降低。

6.3.2.3 转子安装材料

磁性转子可安装在用户选择的任何金属轴上。碳钢和不锈钢是最常用的轴材料，但在针对预期转矩和热运行范围进行适当设计时，偶尔会使用铝合金。将转子连接到轴上的方法可能会影响轴的最佳材料和公差选择。当使用 Kollmorgen 无刷电机时，轴无需承载磁通或作为磁路的一部分以达到额定性能。

6.3.2.4 接地



在应用中安装时，定子的叠片（或裸露金属外管）应与系统底盘和伺服驱动器底盘处于相同的电气接地电位。如果不能确保此类共同的接地路径，应用可能会出现电噪声，并且产生电击危险。当使用具有大电容特性的高极数电机时，尤其容易产生电击风险。通常情况下，如果使用导电的金属部件安装定子，那么本质上可实现定子叠片和机器底盘之间的稳定接地路径。Kollmorgen 建议在启用电机系统之前执行连续性检查，以确认接地路径是否正确。在某些应用中，根据所选的安装配置和材料，可能需要单独的导电接地母线。在此类情况下，由用户负责接地路径的安装和电气验证。

6.3.2.5 基本组装说明



Kollmorgen 的 TBM2G 系列及其他无框无刷电机采用高性能稀土磁体。在搬运或运输时需格外注意，以免造成人身伤害和产品损坏。磁性转子与附近金属物体之间的吸引力可能非常强大。搬运不当可能会导致突发意外冲击。强磁场还会损坏附近的电脑、显示屏和内存存储设备。在准备好安装之前，请将转子放在运输集装箱中或进行保护性包装。此类做法将有助于避免事故，并防止出现易于粘附在磁铁上的金属碎片或碎屑等污染物。

以下是将转子（磁场组件）插入定子（电枢组件）时可遵循的一般组装过程。

1. 将客户提供的外壳牢固地安装在一个稳固的表面上，以防止其突然移动。
2. 将定子滑入外壳，并按定子安装实践所示，通过粘合或夹持定子将其固定。
3. 将转子滑到客户提供的轴上，并按转子安装实践中所示，通过粘合或夹持转子将其固定。

⚠ CAUTION

稀土磁体容易开裂和碎裂。在将转子安装到轴上时，注意请勿让磁体掉落，并避免磁体与其他表面发生碰撞。

4. 在将转子/轴组件插入定子/外壳组件之前，Kollmorgen 建议首先在定子内孔中安装一层薄薄的垫片材料，如 Mylar® 薄膜。
 - Mylar 薄膜可作为单片安装，完全围绕定子孔的圆周缠绕，也可以在同间隔点上轴向插入多片。所需的最佳薄膜厚度和垫片层数取决于用户尝试安装的特定尺寸电机中转子与定子之间的间隙。相关指导请参阅下文径向运行间隙表。

⚠ CAUTION

当用户尝试安装转子时，由于磁吸引力的作用，转子的外表面可能会粘附在最靠近定子内孔的位置。转子沿定子内部滑动时产生的摩擦可能会磨损转子带、磁体、涂层或定子孔表面。

5. 沿中心轴线缓慢平稳地插入转子，将转子置于定子内。这可以通过手动或使用一个定制安装夹具来完成。
6. 在拆卸垫片之前，根据需要将轴承安装到转子组件上，以保持轴对齐。
7. 操作前，从转子和定子之间的间隙中去除垫片材料。

典型径向运行间隙

		TBM2G 框架尺寸						
		050	060	068	076	085	094	115
标称机械间隙	mm	0.26	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.40
	英寸	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.016
用户必须考虑每个型号特定 Kollmorgen 外形图上注明的同心度要求。应选择摩擦力最小的轴承和高质量润滑剂，以使整个系统的摩擦力最小，从而使电机运行达到最佳状态。								

6.3.3 定子安装实践

Kollmorgen 建议根据转矩、振动、应用的热特性以及用户所需的成本、易组装性和可维护性，使用如下电机定子安装选项。

6.3.3.1 定子粘合

NOTE

在粘合之前，应对定子和外壳的表面进行彻底清洁，以确保具备良好的粘合性。请参考所使用的粘合剂的数据表，以了解基于外壳材料的清洁技术。

在大多数情况下，一般峰值扭矩范围不超过 2,400 Nm 的电机可能使用结构性环氧树脂（如 3M™ Scotch-Weld™ 2214 或其他类似粘合剂）将定子粘合到位。粘合是所有 TBM2G 定子的首选永久安装技术。如以下定子粘合图示中所示，为了成功使用粘合剂粘合，定子外壳应设计为筒形，一端带有用于轴向定位的小型台肩，另一端开口。当从开口端插入时，台肩可作为定子倾斜的停止点，并且通常应不碰触外形图所示的绕组端的最大外径。为了适应定子叠片的尖角，需要具备拐角止裂槽。在筒形壳体的开口端有一个较小的内部倒角，便于定子插入。如果在定子外壳平放[旋转轴垂直]的情况下执行装配程序，则结构粘合剂的静压将有助于定子在外壳内自定心。

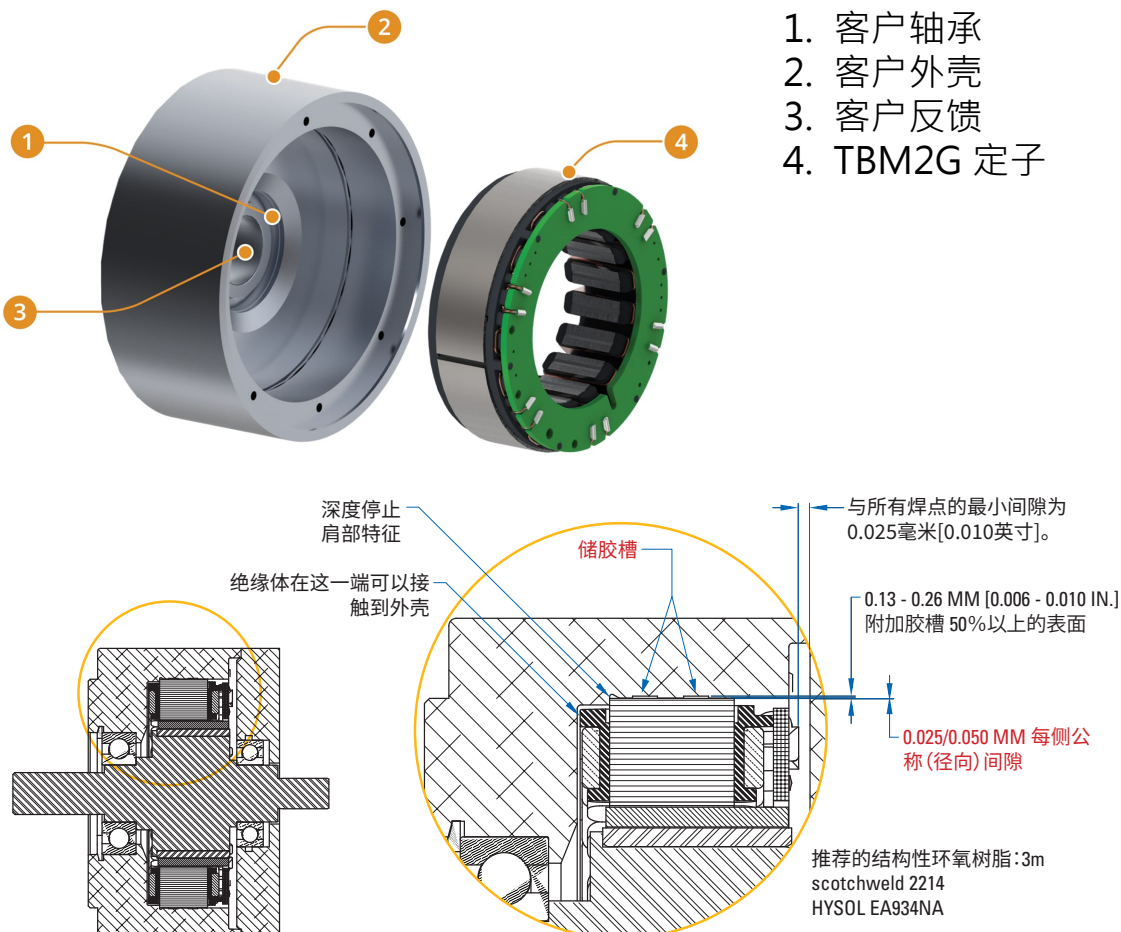


图 9-1 定子粘合图示

由于膨胀系数不同[例如钢制叠片与铝制外壳]，温度极端可能会造成潜在的问题。用户应咨询粘合剂制造商，了解合适的粘合层厚度、应用过程和固化说明。定子粘合图示中所示外壳内径中的凹槽可用作厚结构性环氧树脂粘合剂的储存器，进而有助于在宽温度范围内提供显著的扭转强度。如果使用厚结构性环氧树脂，筒形外壳的内径应比定子的最大外径大约 0.05 mm - 0.1 mm。按照制造商推荐的方式使用时，这些粘合剂会具有卓越的使用寿命和强度特性。

如果倾向于使用固持化合物，如 LOCTITE® 640™ 或其他类似的粘合剂，而不是结构性环氧树脂，则必须控制外壳内径和定子外径之间具备更紧密的间隙，以保持适当的粘合层厚度。相关推荐，请参考粘合剂制造商的指南。

NOTICE

用户应负责选择合适的粘合剂，并根据预期热增长率在预期应用温度极限下设计外壳尺寸。粘合剂固化温度不得超过 155°C，以免损坏电机定子。

6.3.3.2 定子夹持

对于需要反复安装定子和从系统中拆除定子的应用，可以选择轴向夹持。在无特殊设计考虑的情况下，Kollmorgen 一般不推荐在高冲击和高振动应用或极端温度应用中使用此技术。下图所示对定子外壳采用的技术与环氧树脂粘合技术十分相似。当使用夹持技术安装定子时，筒形外壳的内径应比定子的最大外径大约 $0.025\text{ mm} - 0.050\text{ mm}$ 。如有需要，定子外径和外壳内径之间的较小径向空间可以使用导热化合物进行填充，以便更有效地传导至散热器。

NOTE

注意避免使用油脂污染的轴向夹持表面，以免导致夹持摩擦力下降。

机械加工台肩特征作为在定子插入时抵靠的止动点和定位点。在定子的相对端需要一个单独的夹持环，并用 4 至 12 个等间距紧固件将其固定到外壳上。利用外形图上提供的尺寸，最大限度地扩大夹持的表面积。这可最大限度地减少定子上的夹持应力。设计外壳的孔深，以确保在所有公差和温度条件下，夹持环先接触定子芯再接触外壳。在夹持定子之前先夹持外壳表面会导致夹持力不足。定子公差参见外形图。夹持压力取决于表面积和夹持力。夹持压力应在 $5\text{ 至 }20\text{ Mpa}$ ($725\text{ psi 至 }2900\text{ psi}$) 之间。应注意避免夹持压力过大。在高转速下运行时，极端压力将导致芯损失增加。还应注意确保夹持螺栓具备足够的预紧力。可与可拆卸螺纹锁扣配合使用，有助于防止夹持螺栓在长时间操作后松动。

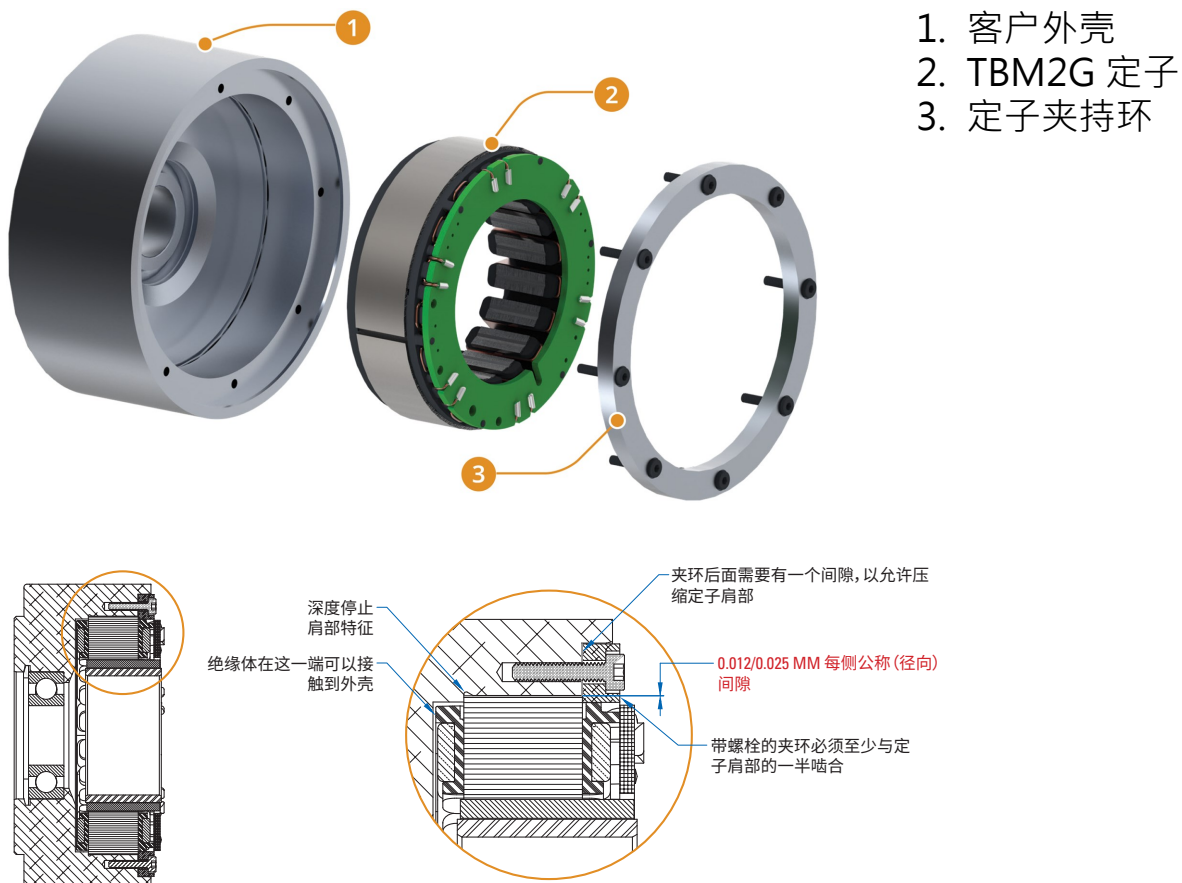


图 9-2 定子夹持图示

6.3.4 转子安装实践



Kollmorgen 的 TBM2G 系列及其他无框无刷电机采用高性能稀土磁体。在搬运或运输时需格外注意，以免造成人身伤害和产品损坏。磁性转子与附近金属物体之间的吸引力可能非常强大。搬运不当可能会导致突发意外冲击。强磁场还会损坏附近的电脑、显示屏和内存存储设备。在准备好安装之前，请将转子放在运输集装箱中或进行保护性包装。此类做法将有助于避免事故，并防止出现易于粘附在磁铁上的金属碎片或碎屑等污染物。

6.3.4.1 径向跳动控制



Kollmorgen 型号特定外形图纸注明了适用于转子内径到定子外径的跳动的安装要求。本标注用于表示用户轴外径到外壳内径的跳动要求。用户负责设计轴、外壳和轴承系统，以满足轴的结合面外径和外壳的结合面内径之间的规定跳动限值。如果符合上述要求，则转子外径与定子内径的总体同心度应可接受。

6.3.4.2 转子粘合

NOTE

在粘合之前，应对定子和外壳的表面进行彻底清洁，以确保具备良好的粘合性。请参考所使用的粘合剂的数据表，以了解基于外壳材料的清洁技术。

一般而言，对于峰值扭矩不超过 750 Nm 的应用，转子可以粘合到碳钢或不锈钢轴上。固持化合物，例如 LOCTITE® 640™ 或其他类似粘合剂，通常需要光滑连续的接口直径和严格的配合公差，例如 0.012 mm - 0.025 mm 的标称间隙。结构性环氧树脂通常需要稍大的配合间隙以允许较厚的粘合层。环氧树脂通常来自轴/转子接口中的凹槽（用作粘合剂储存器），并且其作用可通过滚花或喷砂的纹理机械加工表面得到增强。有关合适的粘合层厚度、配合公差、工艺细节和固化指南，请咨询粘合剂制造商。

为避免转子局部退磁，请勿在 110°C 以上的温度下固化转子/轴的粘合接点，除非转子嵌套在匹配的定子内，或者转子完全被含铁金属制成的“保持器”夹具包围。如果需要有关此主题的更多信息，请联系 Kollmorgen 工程师。在将转子粘合到铝轴之前，请咨询粘合剂制造商以获取帮助。可能需要具有广泛热性能的高柔性粘合剂。

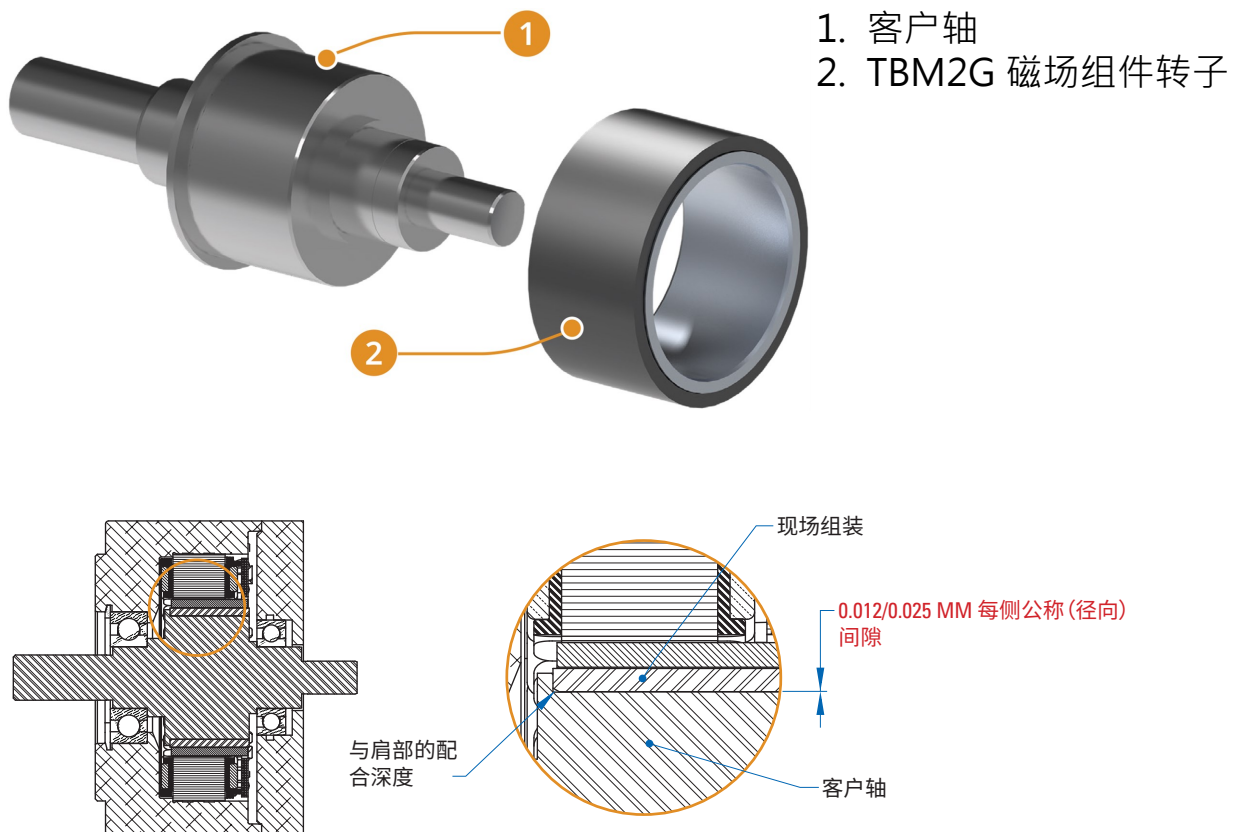


图 9-3 转子粘合图示

6.3.5 轴向安装实践

6.3.5.1 轴向对齐控制

Kollmorgen 的型号特定外形图显示，安装时转子和定子之间必须保持轴向对齐，以确保电机性能正确。用户负责设计转子轴、定子外壳和轴承系统，以实现规定的对齐安装。常见方法是通过轴上的机械加工台肩或可拆卸扣环的凹槽控制转子安装位置。在磁铁与钢轭搭接的地方，扣环或轴肩的最大直径应始终小于转子直径。

6.3.6 轴向安装

为确保霍尔器件实现全性能和正确触发，Kollmorgen 规定了叠片边缘和磁轭环边缘之间的安装尺寸 [Kollmorgen]。

此安装尺寸刻确保磁体材料将完全覆盖叠片并且轴向延伸以触发霍尔器件（如适用）。

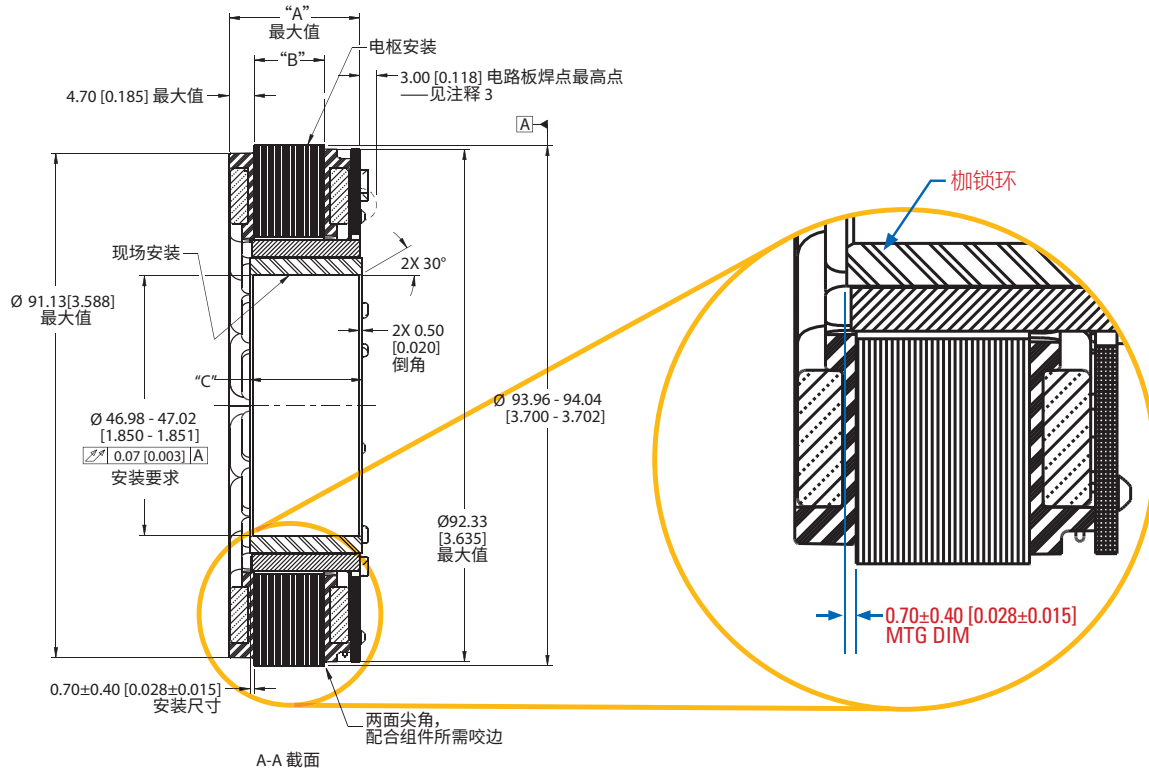


图 9-4 TBM2G-068XXX-XXXX-00 外形图所显示的安装尺寸图示。该尺寸是从叠片左边缘到磁轭材料（非磁体）左边缘测得。

如果您希望从叠片的另一侧确定替代安装尺寸，则可使用图纸中的一些参数计算标称值。为计算从叠片右边缘到磁轭材料右边缘的标称值，可使用以下等式：

$$\text{替代安装尺寸 (mm, 标称值)} = "C" - "B" - 0.70 \text{ mm}$$

为举例说明计算替代安装尺寸，我们将使用：

- 来自 图 9-4 中 TBM2G-068XXX-XXXX-00 外形图的 TBM2G-06813-00 的尺寸
- 替代安装尺寸的等式：
- 来自 图 9-5 中所示 TBM2G-068 外形图的显示 “B” 和 “C” 值的表格。

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ±0.35 [0.014]	"C" ±0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

图 9-5 取自 TBM2G-068XXX-XXXX-00 外形图的 “A” MAX、“B” 和 “C” 值的表格。

示例：

对于 TBM2G-06813-00，“B” = 12.7 mm 标称值，“C” = 19.26 mm 标称值。外形图中已给出原始安装尺寸，0.70 mm 标称值。使用我们的等式，现可计算如下：

替代安装尺寸 (mm) = 19.26 mm - 12.7 mm - 0.70 mm = 5.86 mm 标称值

6.3.7 电气连线接口

6.3.7.1 接线

TBM2G 系列电机可提供符合 UL 标准的无端接飞线。用户负责按照 Kollmorgen 图纸所示的图表进行适当的引线布线和连接。避免在布线将引线穿过尖角、挤压点或可能刺穿绝缘层的边缘。在高振动应用中，需要夹紧或以其他方式固定线束，避免电线接触移动或振动表面，以免磨损绝缘层。对所有线束进行应力消除处理，并为较大的弯曲半径留出空间。用户负责连接器安装、压接、焊接、屏蔽、套管或任何其他电线捆绑或超出 TBM2G 外形图所示配置的电气接口增强。

6.3.7.2 引线要求 (无引线选项)

将引线焊接到焊垫上的建议/指南。

6.3.7.3 电源线一般规格和接线

电机	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
类型	3 飞线						
长度，mm*	500						
电线规格，AWG	20	20	20	18	16	14	14
标称绝缘直径，mm	1.47	1.47	1.47	1.70	1.98	2.26	2.26
最小 静态弯曲半径，mm	7.37	7.37	7.37	8.51	9.91	11.3	11.3

*可选无引线版本 (仅有焊垫) 。

电源线电气接口

颜色	功能 (alt)
红色	U 相 (A)
白色	V 相 (B)
黑色	W 相 (C)

动力引线励磁图			
步骤	"U" 相红色	"V" 相白色	"W" 相黑色
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

从 PCB/引线出口端看为顺时针旋转

6.3.7.4 过热保护装置一般规格和接线

为确保 TBM2G 系列电机在要求苛刻的应用中持续安全运转，可能需要在 PCBA 上安装集成热敏电阻。TBM2G 的典型选件是 PT1000 RTD。作为替代选择，串联三个 PTC 器件来保护各个相位，每相绕组中放置一个。

过热保护装置电线一般规格

电机	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
类型	2 飞线						
长度，mm*	500						
电线规格，AWG	26	26	26	26	26	26	26
标称绝缘直径，mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
最小 静态弯曲半径，mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*可选无引线版本（仅有焊垫）。

过热保护装置电线电气接口

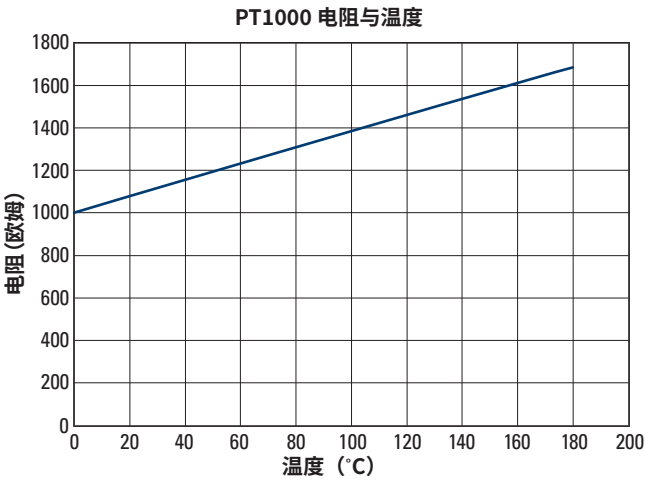
颜色	功能 (alt)
白色	热传感器 +
白色	热传感器 -

6.3.7.4.1 过热保护

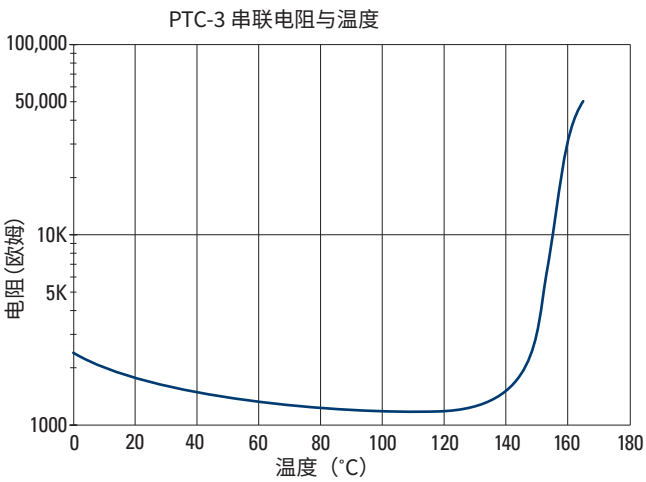
有两种方法可用于连续运行的过热保护。第一种方法可以通过使用 PT1000 连续测量电机温度。根据 IEC-60751，通过测量 PT1000 的电阻确定电机温度（见下文图表）。由于仅可用于一个设备，因此该方法只能监测一个电机相位。因此，不建议在电机长时间处于失速状态的应用中使用该方法。

第二种方法是使用三个串联的雪崩 PTC。每一个 PTC 分别用于监测三相中的每一相，以确保没有相位超过电机的额定温度。如果电机长时间处于失速状态，则应选择此选项。正常运行期间，设备的电阻将低于 1,500 欧姆。当一个相位达到 155°C 时，电阻迅速增加，并将超过 > 7,000 欧姆。

当连续施加高于额定值的电流时，这两种方法都不能防止电机过热。过热保护装置的反应速度不足以应对施加峰值电流时造成的温度变化速度。驱动器需要限制在电机上施加峰值电流的时间，以防止电机过热。



该选项仅串联 PT1000，并将提供与上图所示相同的输出。



此选项在三个不同相位上串联了 3 个 PTC。如果其中一个相位即将达到电机的额定温度，则电阻会大幅增加。

6.3.7.5 霍尔传感器器件一般规格和接线

霍尔传感器一般规格

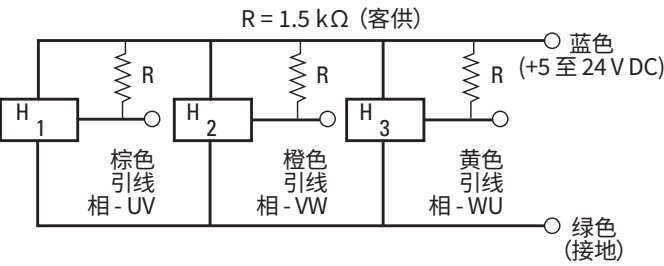
电机	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
类型	5 飞线选择, Allegro A1260						
输入电压, VDC	+5 至 24						
输出信号	漏型						
长度, mm*	500						
电线规格, AWG	26	26	26	26	26	26	26
标称绝缘直径, mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
最小 静态弯曲半径, mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*可选无引线版本 (仅有焊垫) 。

霍尔传感器引线电气接口

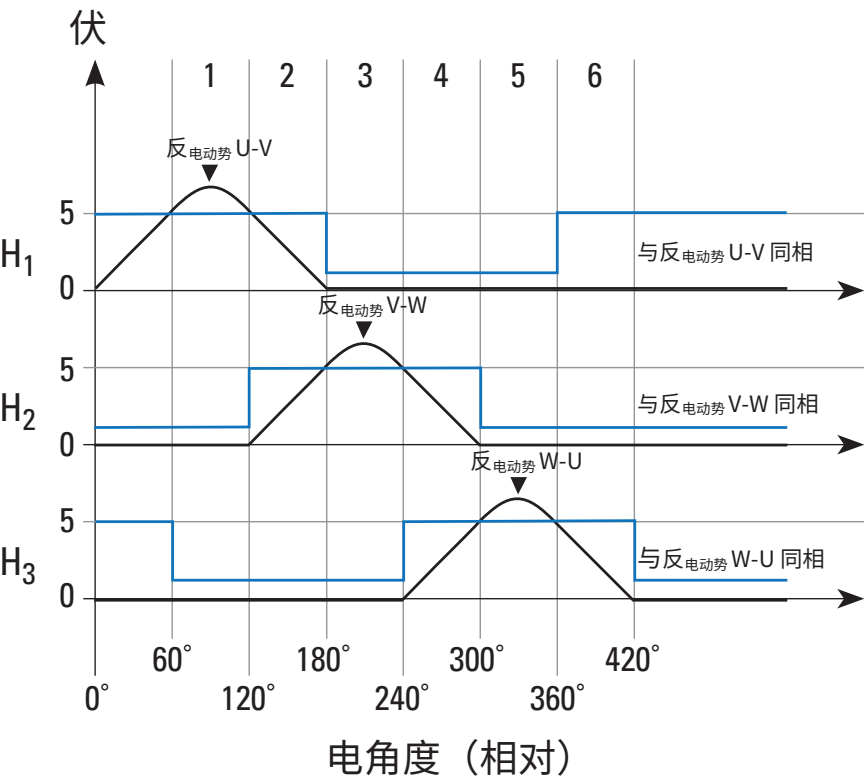
颜色	功能 (alt)
棕色	霍尔 1 (U-V)
橙色	霍尔 2 (V-W)
黄色	霍尔 3 (W-U)
蓝色	+5 至 24 VDC
绿色	接地

传感器接线图



传感器输出图

在 PCB/引线出口端看 U、V、W 相顺时针旋转



6.4 技术数据的术语定义

最大连续失速转矩， Tmc [Nm]:	最大连续失速转矩在低速和额定环境条件下可无限期保持。如果转速不够高，无法在相间产生均匀的热分布，则可能出现额外降额。该值假定环境温度为 25°C。
最大连续电流，Imc [Arms]:	最大连续电流是指电机在低速运行时产生最大连续失速转矩的有效正弦电流。
最大机械转速，Nmax [rpm]:	最大机械转速是指电机可达到的最高转速。受机械因素的限制，如磁体的粘合强度。
峰值转矩， Tp [Nm]:	峰值转矩可以保持短暂的持续时间，具体取决于环境条件和整体负载周期。该值也可能由于驱动器规格和电源电压而受到限制。
峰值电流， Ip [Arms]:	电机的峰值电流（有效正弦值）是连续电流的三倍。实际值为电机峰值电流或所用驱动器峰值电流中的较小值。
额定转矩， Trtd [Nm]:	当电机以额定转速消耗额定电流时，就会产生额定转矩。在以额定转速连续运行 (Nrtd) 下可无限产生额定转矩。该值假定环境温度为 25 °C。
转矩常数， Kt [Nm/Arms]:	转矩常数定义了电机每单位电流产生的转矩。在 25°C 环境温度和 155°C 绕组温度下测量。
反电动势常数，Ke [Vrms/krpm]:	反电动势常数将感应电机反电动势定义为每 1000 rpm 下两个端子之间的有效正弦值。在 25°C 环境温度和 155°C 绕组温度下测量。
电机常数， Km [Nm/√W]:	该常数通常用于比较电机在失速或接近失速时的功率密度。其定义了电机在给定功率下可产生的转矩量。该值是在 25°C 绕组温度下根据 Kt 和电阻得到。

电阻，Rm [Ω]:	电阻是在 PC 板上经逐线测得。该值不包括电机引线的电阻。该电阻值是在 25°C 下测得，并将随着绕组温度的升高而增加。
电感，L [mH]:	电感是在 PC 板上经逐线测得。这是电机相对于转子位置的平均电感。该值是在 25°C 绕组温度下测得。
转子转动惯量，Jm [kg-cm²]:	转子转动惯量因素会影响电机的角加速度性能。该值仅适用于标准磁场组件部件（磁轭环和环形磁体）。客户提供的部件将改变总惯性。
静摩擦力，Tf [Nm]:	静摩擦力是电机旋转时必须克服的转矩。它是低速磁滞损耗和齿槽转矩峰值的组合。不包括系统中的任何轴承损耗。在计算电机的转速损失时，不应纳入该摩擦力。
热阻，Rthw-a [°C/W]:	热阻是指因损耗每单位耗散能量的稳态温升测量值。该值假定 TBM2G 电机装有外壳且安装至铝制散热器上（如相应 CD 表所定义）或其等效物上。

7 日本語

7.1 一般情報

7.1.1 この操作説明書について

この操作説明書では、TBM2Gフレームレスモータ（標準バージョン）について説明します。TBM2GモータがドライブシステムでKollmorgen®サーボドライブとともに運用されている場合は、以下の内容が記載されたシステムの資料をすべて参照してください。

- サーボドライブの取り付けマニュアル
- フィールドバスの通信マニュアル（CANopen や EtherCAT など）

さらに詳細な背景情報は、Kollmorgenのデベロッパネットワーク（kdn.kollmorgen.com）で参照できます。

7.1.2 使用されている略語

NOTE

- 技術データで使用する略語については「用語の定義」を参照してください。
- 本書の（→ # 25）という記号は「25ページを参照」という意味です。

7.1.3 使用されている記号

記号	説明
 危険	回避しないと、死亡や重傷の原因となる危険な状況を示します。
 警告	回避しないと、死亡や重傷の原因となる可能性がある危険な状況を示します。
 注意	回避しないと、軽傷または中程度の傷害を招く可能性がある危険な状況を示します。
NOTICE	回避しないと、資産の損傷の原因となる可能性がある状況を示します。
NOTE	この記号は重要な注意を示します。
	危険についての警告です（汎用）。この種類の危険性は、記号の横にあるテキストで説明されます。
	電気とその影響による危険性に対する警告です。
	表面の熱が原因の危険に対する警告です。
	吊り下げの負荷に対する警告です。

7.1.4 安全性

7.1.4.0.1 安全上の注意



ペースメーカーに関する警告

マグネットロータが取り付けられていない場合は強い磁場が発生し、心臓ペースメーカーなどの医療機器に対し、悪影響を与える可能性があります。磁場による影響を受ける可能性のある方は、原則として、ロータから1メートル以上離れるようにお願いします。



磁場に対する注意

インプラントを利用している人は、強い磁場の悪影響を受ける可能性があります。磁場による影響を受ける可能性のある方は、原則として、モータから1メートル以上離れるようにお願いします。

モータの運搬、取り付け、駆動、保守などの取り扱いについては、有資格者のみに対応する必要があります。有資格者とは、モータの運搬、取り付け、駆動、保守の経験があり、各作業の資格を備えている人員のことです。資格を備えた人員は、IEC 60364、IEC 60662および国際的な事故防止規格についての知識を持っており、これらの規格を遵守する必要があります。

本マニュアルに記載された推奨事項は、一般的な取り付けガイドラインとして参照することのみを目的としています。

取り付けに関してはお客様の責任となり、Kollmorgenでは責任を負いかねますことをあらかじめご了承ください。



手袋着用の注意

モータ取り扱いの際には、必ず手袋の着用をお願いします。

モータを取り付けて駆動させる前に、入手できる文書をお読みください。モータ部品の不適切な取扱いは、負傷やマシンの損傷の原因になる可能性があります。モータのステータ内部にロータを挿入する際は、特に注意が必要です。専用の治具を使用してください。



磁場に対する注意

強い磁力により金属が引き付けられ、手や指を負傷する可能性があります。TBM2Gモータの近くで作業する際には、V2A（くさび角度約10°～15°）など、素材が強力で非磁性体である鋭いくさびを少なくとも2つと、非金属製のハンマー（約3 kg）を用意する必要があります。緊急時には、これらのくさびとハンマーを使い、磁力により磁石のロータに付着した金属（本体に固定されていないパーツなど）を引き離すことをお勧めします。

時計、磁気データメディア（クレジットカード、ディスクなど）、デジタルディスプレイ（携帯電話、ラップトップなど）は、TBM2Gモータから500mm以上離してください。強い磁力が発生しているため、マグネットロータから50mm程の範囲は特に注意が必要です。この範囲の中では、1kgを超える重さ、1デジ平方メートルの大きさを超えるスチールや鉄は取り扱わないでください。

梱包から開封された状態でロータを保管しないでください。厚さが20mm以上ある非磁性体の物質を使い、乾燥した場所に高温を避けて保管してください。ステータ内部にない限り、110°Cを超える温度にモータを触れさせないでください。ロータのマグネットが減磁する恐れがあります。

モータを保管する場所には「注意：強力な磁石を使用」というような注意書きを掲示してください。

見やすい警告表示をマシンに取り付けてください（剥がれないシールなど）。たとえば、「注意！強力マグネットが使用されています」、「注意！強力な磁場があります」といった表示です。



危険な接地! 高電圧に注意!

モータステータの金属部品が、スイッチキャビネットのPE（保護アース）のバスバーに安全に接地されているよう確認することが必要不可欠です。抵抗の低い保護アースでは、人体の安全は保証できません。詳細については、本マニュアルの取り付けおよび設置のガイドラインの設置についてのセクションを参照してください。

例えモータが回ってなくても、電源が入っている場合があります。モータに電圧がかかった状態で電氣的接続を切断しないでください。負傷や装置に対する損傷の原因となる可能性があります。

7.1.5 重要な通知

専門家を手配する

運搬、組み立て、設定、メンテナンスを行うことができるのは、適切な資格を持つ人員のみです。資格を備えた専門家とは、運搬、設置、組み立て、試運転、モータの操作の知識を持っており、以下のような任務を遂行するのに必要な、関連する最小限の資格を備えている人員です。

- **運搬**：静電気の影響を受けやすい部品の取り扱いに関する知識を持つ人員のみが対応します。
- **機械関連の取り付け**：機械関連の資格を備えた人員のみが対応します。
- **電気関連の取り付け**：電気関連の資格を備えた人員のみが対応します。
- **設定**：電気エンジニアリングおよびドライブのテクノロジーに関する詳しい知識を持つ人員のみが対応します。

資格を備えた人員は、IEC 60364 / IEC 60664および国際的な事故防止規格についての知識を持っており、これらの規格を遵守する必要があります。

関連する文書を読む

モータを取り付けて駆動させる前に、入手できる文書をお読みください。ステータ/ロータの処理が不適切であると、人に危害が及んだり、資産が損傷したりする可能性があります。したがって、担当者はフレームレスモータに対する作業をするすべての人員が操作説明書を読んで理解しており、当該の操作説明書に記載されている安全に関する注意事項に従っているように徹底する必要があります。

技術データに注意する

技術データ、および接続の状態に関する仕様（[Technical Data](#)の電気定格）を遵守してください。許容可能な電圧値または電流値を超過すると、過熱などによってフレームレスモータが損傷する可能性があります。

リスク評価を実施する

マシンの製造業者は製造したマシンのリスク評価を実施し、予測できない動作によって人が負傷したり、資産が損傷されたりすることがないようにしなければなりません。リスク評価の結果によっては、専門知識を備えた人員を追加で手配しなければならない場合があります。



表面が熱くなっていることに注意する

保護のカテゴリによっては、TBM2Gモータの稼働中に表面が非常に熱くなることがあります。軽度のやけどの危険性 表面温度は155° Cを超えることがあります。

- 温度を測定し、TBM2Gモータの温度が40° C未満まで下がってから触るようにしてください。



危険な接地! 高電圧に注意!

TBM2Gモータが、スイッチキャビネットのPE（保護アース）のバスバーに安全に接地されているのを確認することが必須です。電気ショックの危険に注意する 低抵抗の接地が行われていない場合は電気ショックの危険性があるため、人体の保護を保証することはできません。

- 光学ディスプレイがない場合、電圧が発生していないことを保証することはできません。電源に接続されていると、ロータが回転していなくても電圧が発生する場合があります。
- 稼働中にプラグを抜かないようにしてください。露出している端子に触れることには、死亡や重傷につながる危険があります。ロータが回転していなくても、電源には接続中であることがあります。そのため、フラッシュオーバーが発生して、人が負傷したり端子が損傷したりする可能性があります。
- 供給電圧からサーボドライブを外した後は、しばらく待ってから正常に動作している部品（端子、スクリューの接続）に触ったり、接続を開始したりしてください。
- 供給電圧をオフにしてからしばらく経った後でも、サーボドライブのコンデンサには危険な電圧がかかっていることがあります。安全を確保するには、DCリンクの電圧を測定し、電圧が60 V未満になるまでお待ちください。

指示どおりに使用する（意図された使用）

- モータは、本書で既定されている常温環境下で利用しなければなりません。
- このモータシリーズは、サーボドライブによる稼働のみに使用されるものです。
- 各モータは電気機器やマシンの部品として取り付けられ、そうした電気機器やマシンの内蔵部品として稼働させることができます。
- マシンの認証準拠に責任を持つのはエンドユーザーです。

7.1.6 禁止事項

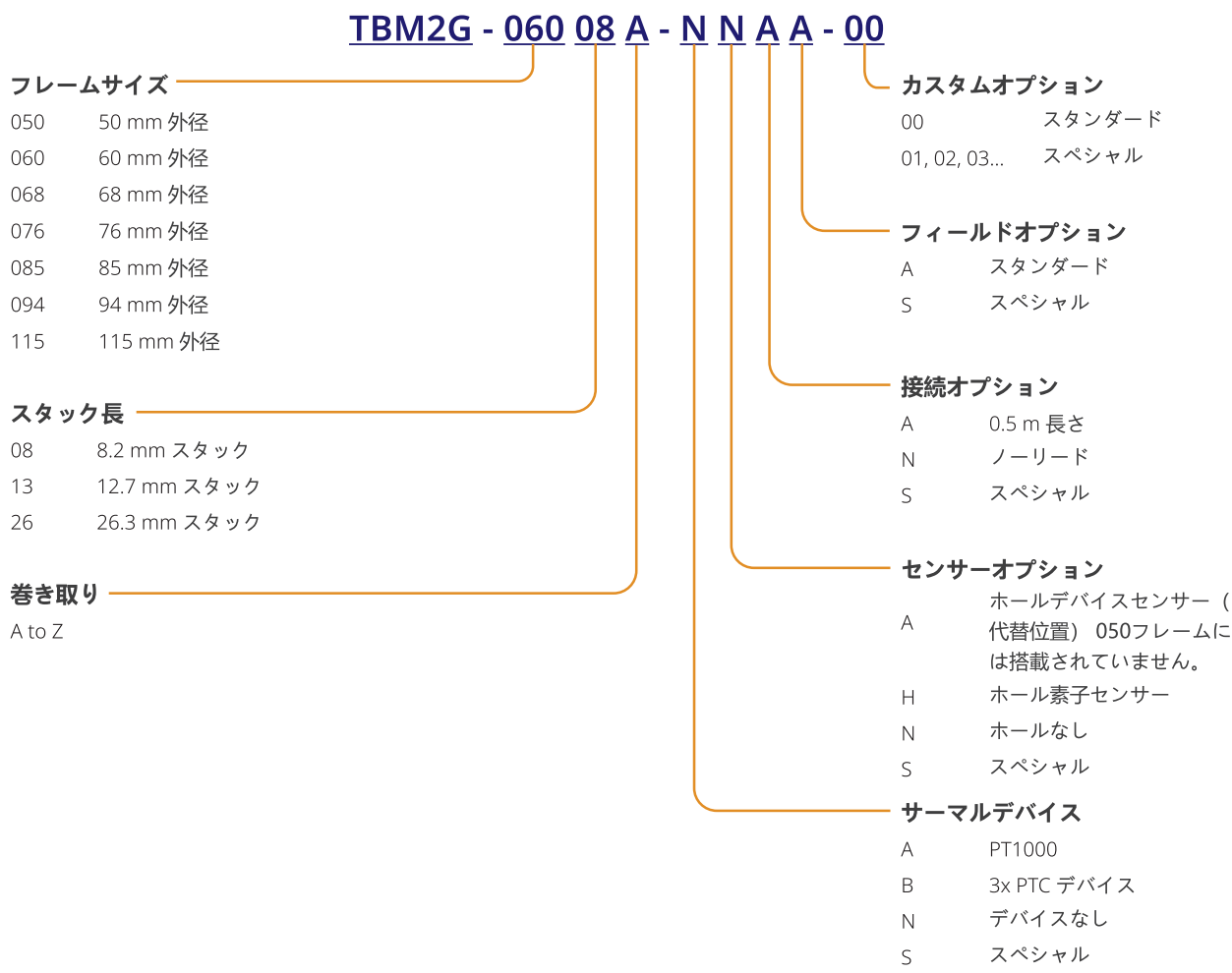
Kollmorgenカスタマーサポートへ連絡することなく、以下の環境でモータを使用することは禁止いたします。

- 爆発の可能性があるエリア
- 腐食、伝導体の塩酸溶液、アルカリ性溶液、オイル、蒸気、ホコリなどがある環境
- 真空
- 供給ネットワーク、主電源で直接

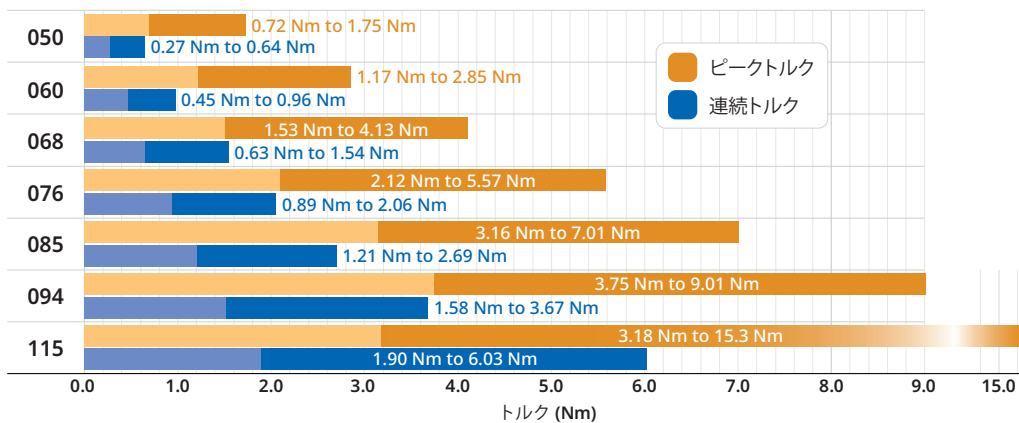
マシンが以下のような状況の場合は、モータの駆動を禁止いたします。

- ECマシン指令に準拠していない場合
- EMC指令に準拠していない場合
- 低電圧指令に準拠していない場合

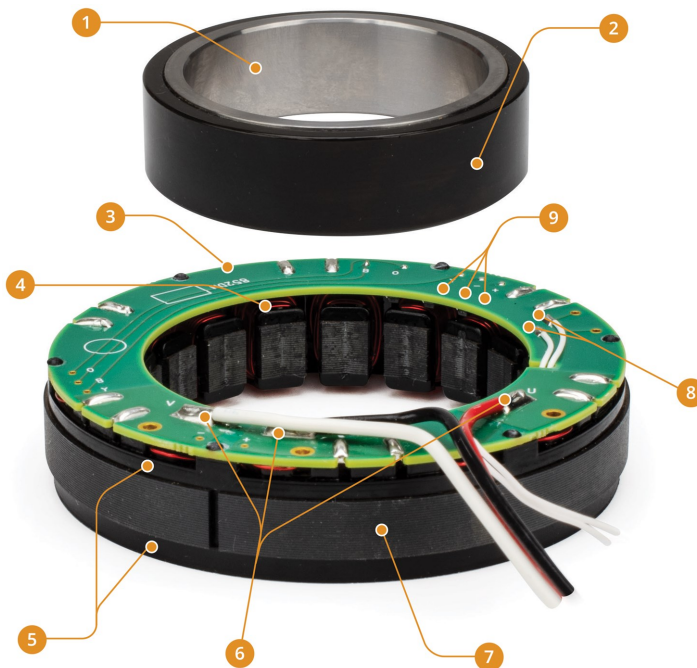
7.1.7 モデルの分類法



7.1.8 トルクの概要



7.1.9 部品材質の図



1. ヨーク
 - 材質：400シリーズステンレス鋼
2. リング磁石
 - 材質：NdFeB（ネオジウム）
 - コーティング：エポキシ
3. プリント回路板（PCB）
4. コイル
 - 材質：銅
 - コーティング：ワニス
5. エンドインシュレータ
 - 材質：ポリマー樹脂
6. 入力線
7. 積層スタック
 - 材質：電磁鋼
8. オプションの熱デバイス（PCBの下に取り付け）
 - PT1000
 - PTCアバランシェ（連続して3）
9. オプションのホールセンサ（PCBの下に取り付け）
 - Allegro A1260

7.2 保管、運用、運搬のガイドライン

7.2.1 保管環境

気候のカテゴリ	1K4 (IEC 60721-3-1、EN61800-2)。
保管温度	-25～+55° C、最大。 20° K/時間の変化
湿度	相対湿度 5%～95%、結露なし
保管期間	無制限

NOTE

モータは必ず製造元から提供される元の梱包で保管してください。

7.2.2 運用

周囲温度（定格値）	場所の高度が最大1000 m amslの場合、-20～+40° C
許容可能な湿度（定格値）	相対湿度95%、結露なし
パワーディレーティング（電流およびトルク）	高度が1000 m amslを超え、温度低下が10° K/1000 mの場所ではディレーティングは発生しません。巻線温度は155° Cを超えないようにしてください。

7.2.3 運搬

気候のカテゴリ	2K3 (IEC 60721-3-2、EN61800-2)
保管温度	-25～+70° C、最大。 20° K/時間の変化
湿度	相対湿度 5%～95%、結露なし

NOTE

衝撃は避けてください。梱包に損傷がある場合は、モータの部品に目に見える損傷がないかどうか確認してください。必要に応じて運送会社または購入元までご連絡ください

7.2.4 開梱

通常、ステータとロータのセットは1つの梱包またはバルク梱包と一緒に配送されます。特殊な目的のためにはカスタムのバルク梱包が利用できます。磁力が強いため、ロータとステータは梱包材で区分けされ、互いに影響を与えないようになっています。開梱時は部品を分けた状態にして、高い磁力を帯びたロータが他の物体に影響を与えないように注意してください。

ステータには要求に応じてホールセンサ装置が組み込まれていることがあります。このような装置は静電気によって損傷しやすい傾向があります。ホールセンサ装置を搭載したステータの配送にはESDバッグが使用されます。開梱時にもESD保護を継続的に行うよう配慮してください。

7.3 取り付けおよび設置のガイドライン

① IMPORTANT

Kollmorgenの本マニュアルに記載された推奨事項は、一般的な取り付けガイドラインとして参照することのみを目的としています。取り付けに関してはお客様の責任となり、Kollmorgenでは責任を負いかねますことをあらかじめご了承ください。

7.3.1 電機子およびフィールドアセンブリの定義

電機子アセンブリ（ステータ）

電機子アセンブリは、フレームレスモータの固定部です。このアセンブリは電磁鋼板積層、コイル、リード線アセンブリで構成されます。ホール装置や熱センサなど、任意のオプションが組み込まれている場合があります。

フィールドアセンブリ（ロータ）

フィールドアセンブリはフレームレスモータの可動部です。このアセンブリはレアアースリングマグネットとヨークリングで構成されています。

フレームレスモータ（セット）

ステータとロータという独立したパーツとして製造され、出荷されるモータ。各パーツはエンドユーザーが製造する筐体、シャフト、ベアリングシステムに組み込まれます。

7.3.2 接触面についての注意点

モータをシステムに組み込む際、モータの適切な性能や安定性を確保するために、お客様は下記のガイダンスに従って、システム側のモータ接触面の設計を行う必要があります。ユーザーは使用目的に応じて、ロータシャフト、ステータの筐体、ベアリングシステム、筐体の詳細な仕様、部材の選択、接続の計算、許容差の分析を設計する必要があります。

7.3.2.1 ベアリング

モータアプリケーションにユーザが組み込むベアリングシステムは、いかなる使用条件においてもロータとステータ間で一定したすきまを確実に維持できるように、十分な剛性を備えている必要があります。一定したすきまには、ロータとステータの間の振れや同心度の制限が含まれます。

7.3.2.2 ステータの取り付け部材

ステータを固定するための金属製の筐体やクランプは、最適な放熱性や、構造上の整合性を保つ必要があります。筐体やクランプの材質は高い放熱性、強い荷重配分比を備えたアルミニウム合金をお勧めしますが、温度に関する条件がそれほど厳しくない場合はステンレス合金鋼（300系やそれに相当するもの）でも問題ありません。炭素鋼、鋳鉄、400系ステンレス合金鋼、磁性金属も、条件が合えば使用可能です。このような部材の使用が必要な場合はKollmorgenまでご連絡ください。プラスチックやその他の放熱性の低い材質は、放熱性が低く、モータの性能を大幅に低下させるため、使用をお勧めしません。

7.3.2.3 ロータの取り付け部材

磁化ロータの取り付け対象であるシャフトに使用される材質は、金属であれば問題ありません。炭素鋼やステンレス鋼が一般的ですが、設計におけるトルクや温度範囲に問題がなければアルミニウム合金も使用されることがあります。シャフトへのロータの取り付けに使用される方法は、シャフトの最適な材質や許容差の選択に影響する場合があります。Kollmorgenのブラシレスモータを使用するのであれば、シャフトが定格性能を実現するために、磁気回路の一部として磁束や機能を持たせる必要はありません。

7.3.2.4 接地



製品をマシンに搭載する際、ステータの積層スタック（外側の金属部）の接地電位は、システムのシャーシおよびサーボドライブのシャーシと同じにする必要があります。共通の接地経路がないと、製品での電氣的ノイズの発生や、感電の可能性があります。感電は、極数が多く、電気容量が多いモータで頻繁に見られ、特に伝導性の金属部品を搭載したステータにおいて、マシン筐体とステータの積層スタック間の接地経路が不安定な場合に発生します。Kollmorgenは、モータシステムに通電する前に、接地経路が確保されているかどうか、継続的に確認することをお勧めしています。取り付けの構成や使用されている部材によっては、別途通電性ストラップが必要になる場合もあります。このような場合は、ユーザの責任において接地経路の確保や電氣的検証を行ってください。

7.3.2.5 基本的な組み立てについての指示



KollmorgenのTBM2Gシリーズおよびその他のフレームレスモータ（ブラシレス）には、高性能希土類磁石が使用されています。モータの取り扱いおよび運搬時には、けがや製品の故障を防ぐために、最新の注意をはらってください。磁化ロータと周辺の金属間に強力な磁力が発生する可能性があります。不適切な取り扱いをすると、予期しない衝撃が突発する場合があります。強力な磁界は周辺のコンピュータ、ディスプレイ画面、メモリストレージデバイスを破損する場合があります。ロータは取り付けの準備が整うまで、梱包箱に入れておくか、包装の上保管してください。適切に保管することにより、事故を防ぎ、磁石に付着する金属の破片による汚染を予防します。

以下は、ロータ（フィールドアセンブリ）をステータ（電機子アセンブリ）を取り付ける際に従うべき汎用的な組み立てプロセスです。

1. お客様が用意した筐体を安定した面に取り付けて、急に動かないようにします。
2. ステータの取り付け方法に従って、ステータを筐体に挿入し、ステータを接着するか、クランプして固定します。
3. お客様が用意したシャフトにロータを挿入して、ロータの取り付け方法に従って、ロータを接着するか、クランプして固定します。

⚠ CAUTION

レアアースマグネットは、ヒビや欠けに弱いという性質があります。シャフトにロータを取り付ける際には、マグネットを落としたり、マグネットが他の面の影響を受けないようにしてください。

4. ステータ/筐体のアセンブリにロータ/シャフトアセンブリを挿入する前に、KollmorgenはMylar®フィルムのような、薄い部材の薄い層をステータの内部ボアに取り付けることをお勧めします。
 - Mylarフィルムは、ステータのボアの外周全体を完全に覆って取り付けるか、または等間隔で軸方向に挿入することもできます。最適なフィルムの厚さと必要なシムの層数は、取り付ける特定のモータサイズのロータとステータ間の空間距離によります。ガイドンスについては、ラジアル稼働時のギャップのチャートを参照してください。

⚠ CAUTION

設置時に磁力が発生し、ロータの取り付け時にステータの内部ボアの最も近い場所にロータの外面が付着する場合があります。その結果ロータがステータ内部で移動して摩擦が発生し、ロータのバンド、塗装、およびステータ内部表面を破損する場合があります。

5. 中央の軸線に沿ってロータを滑らかにゆっくり挿入し、ステータ内にロータを配置します。この作業はカスタムの取り付け具を使用して、手で行う必要があります。
6. 必要に応じてロータアセンブリの上にベアリングを取り付けて、シャフトのアライメントを維持してからシムを取り除きます。
7. シム材は、運転前にロータとステータの間のすきまから取り除いてください。

運転時の一般的なラジアルすきま

		TBM2Gのフレームサイズ						
		050	060	068	076	085	094	115
メカニカルギャップ (公称値)	mm	0.26	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.40
	インチ	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.016
各モデル固有のKollmorgenの概略図に記載された同心度についての要件を考慮する必要があります。 システム全体の摩擦を最小化し、モータが最適な状態で動作できるように、摩擦が極力少ない、高品質の潤滑油が使用されたベアリングを選択してください。								

7.3.3 ステータの取り付け作業

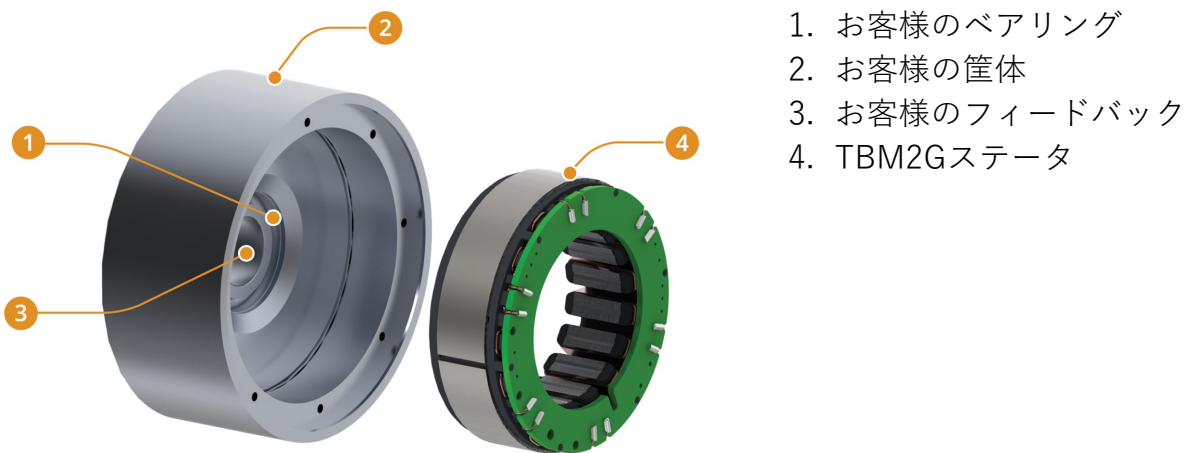
Kollmorgenがお勧めするステータ取り付け方法は以下のとおりです。取り付け方法は、トルク、振動、用途の温度条件、コスト、お客様が希望する組み立てや修理のしやすさに応じて選択してください。

7.3.3.1 ステータの接着

NOTE

適切に接着できるように、ステータおよびハウジングの表面はあらかじめ洗浄しておく必要があります。筐体の部材に応じて、洗浄方法については使用する接着剤のデータシートを参照してください。

最大トルクが通常2,400Nmのモータでは、多くの場合、3M™ Scotch-Weld™ 2214や同等のエポキシ樹脂により、ステータとハウジングを固定させます。すべてのTBM2Gステータについて、永続的な取り付け方法として接着が適切です。適切に接着を行うには、下記のステータ接着の図で示すように、ステータの筐体はシリンダ状のカップとして設計され、一方の側に軸方向の配置のための小さな段があり、反対側は開いているようにする必要があります。この段は、ステータを筐体の開口部から挿入した際にステータを固定する役割を果たし、通常は概略寸法に示すとおり、ユーザ側の筐体から巻線部先端までのクリアランスとして巻線の最大外径分を確保します。ステータ積層の鋭角に対応するために、角の逃げが必要です。筐体カップの開口側内部にある小さな溝は、ステータ挿入を容易にするものです。筐体を横に寝かせてステータを接着すると、接着剤の流体圧力により、筐体内でステータのセルフセンタリングが発生しやすくなります。



1. お客様のベアリング
2. お客様の筐体
3. お客様のフィードバック
4. TBM2Gステータ

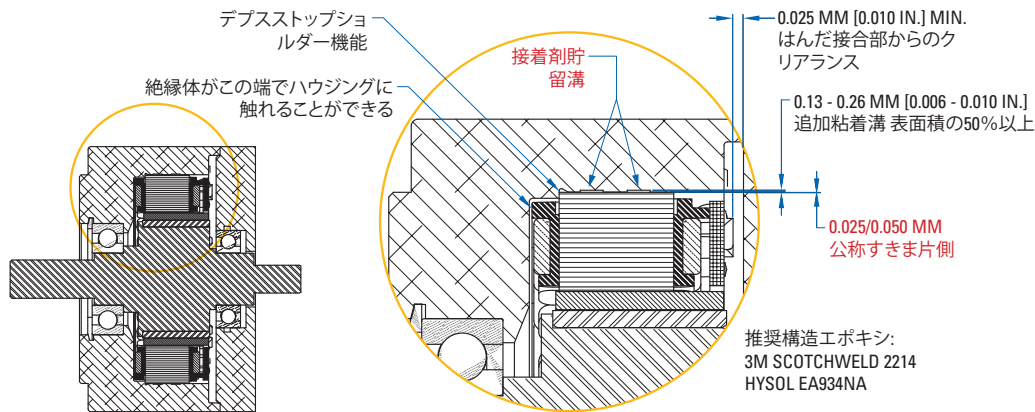


図 10-1 ステータの接着の図

ステータの積層鋼やアルミニウムの筐体等、それぞれの材質の熱膨張係数が異なることから、極端な高温や低温で問題が発生する可能性があります。接着剤と取り扱いについては、量、接着方法、硬化について接着剤メーカーに確認してください。ステータの接着の図が示すとおり、筐体の内径には軸方向に溝が切ってあります。これは、エポキシの筐体で、接着剤が留まるようするためのものであり、幅広い温度下でねじれに対する強度が実現されます。また、濃度の高い構造エポキシを使用する場合は、筐体カップの内径をステータ最大外径に対して0.05 mm～0.1 mmより多く確保してください。接着剤もメーカーが推奨する経年劣化に優れたものをご使用ください。

構造エポキシの代わりにLOCTITE® 640™や他の同様な接着剤などを混合する方が望ましい場合、筐体内部の直径とステータ外部の直径との間での緊密な間隔を制御して、適切な接着剤の量を維持しなければなりません。推奨については、接着剤メーカーに確認してください。

NOTICE

用途で意図された最高最低温度での、予測される温度上昇に合わせた適切な接着剤の選択とハウジングの寸法の設計は、ユーザの責任において行われます。モータステータの損傷を防止するために、接着剤の硬化温度は155° Cを超過してはなりません。

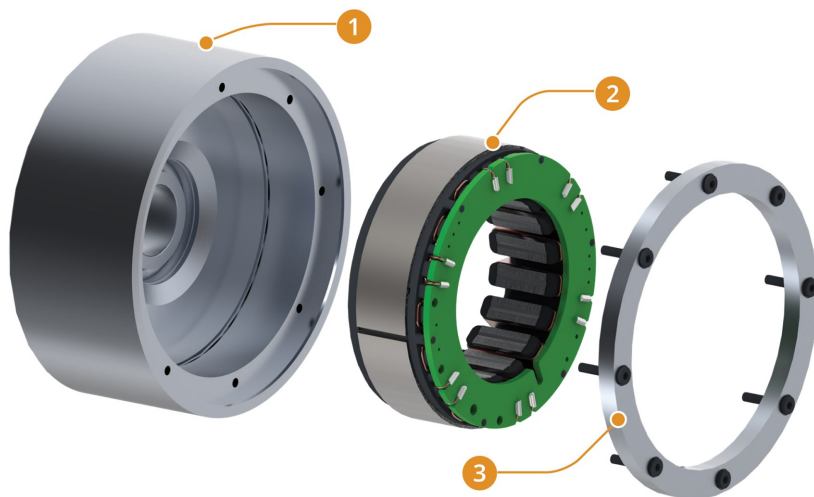
7.3.3.2 ステータのクランプ

ステータの取り付けと取り外しを繰り返し行う必要がある場合には、軸クランプを使用することもできます。強い衝撃や振動が発生する用途や極めて高温になる用途で、特別な設計上の考慮が行われていない場合、Kollmorgenは通常、この手法をお勧めしません。下の図に示すように、ステータの筐体は、エポキシ樹脂接着の手法にとってもよく似ています。ステータの取り付けの際にクランプ手法を用いる場合、筐体カップの内径はステータの最大外径よりも0.025mm～0.050mmほど大きくなければなりません。必要な場合は、ステータの外径と筐体の内径の間の小さなラジアルスペースを放熱用コンパウンドで満たすと、ヒートシンクに対する伝導効率を高めることができます。

NOTE

軸クランプ表面をグリースで汚さないように注意してください。クランプの摩擦が低下することがあります。

ステータの挿入が必要な場合は、機械加工された段を使用してステータを固定させます。ステータの反対側には別途クランプリングが必要であり、4～12の固定部品を均等な間隔で使用して、筐体に固定する必要があります。概略寸法図で指定された寸法に従い、クランプの表面領域が最大限になるようにしてください。これにより、ステータに対するクランプの負荷が最低限になります。筐体ボアの奥行きを、すべての許容差および温度条件で、クランプリングが筐体に接触することなくステータのコアに接触するように設計してください。筐体のクランプは、ステータのクランプの力が不十分になる前に行ってください。ステータの許容差については概略寸法図をご覧ください。クランプの圧力は、表面領域とクランプの力によって異なります。クランプの圧力は5～20 Mpa (725 psi～2900 psi) の間にする必要があります。クランプの圧力が過剰にならないようご注意ください。過剰な圧力は、回転速度が速い状態で稼働する場合にコアの損失が増える原因になります。クランプのボルトには、事前に十分な力をかけておくように注意する必要があります。この対策を講じると同時に除去可能なネジ接着剤を使用すると、長期間稼働した後でもボルトが緩まないようにできる可能性があります。



1. お客様の筐体
2. TBM2Gステータ
3. ステータのクランプリング

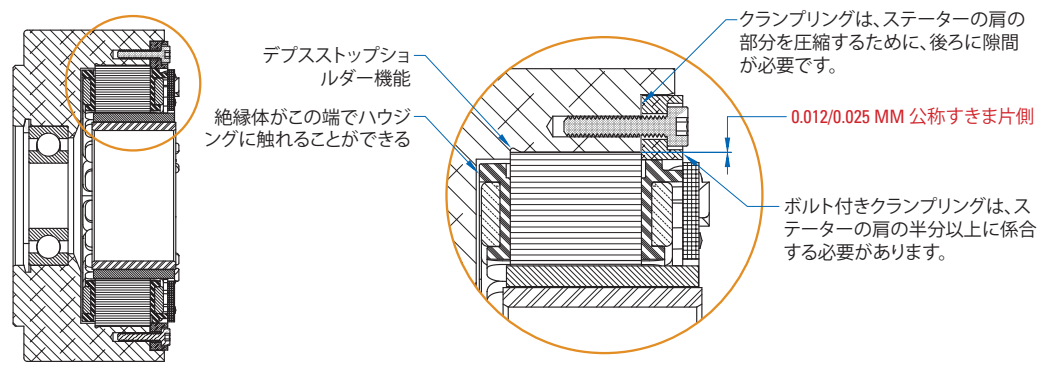


図 10-2 ステーターのクランプの図

7.3.4 ロータの取り付け作業



KollmorgenのTBM2Gシリーズおよびその他のフレームレスモータ（ブラシレス）には、高性能希土類磁石が使用されています。モータの取り扱いおよび運搬時には、けがや製品の故障を防ぐために、最新の注意をはらってください。磁化ロータと周辺の金属間に強力な磁力が発生する可能性があります。不適切な取り扱いをすると、予期しない衝撃が突発する場合があります。強力な磁界は周辺のコンピュータ、ディスプレイ画面、メモリストレージデバイスを破損する場合があります。ロータは取り付けの準備が整うまで、梱包箱に入れておくか、包装の上保管してください。適切に保管することにより、事故を防ぎ、磁石に付着する金属の破片による汚染を予防します。

7.3.4.1 ラジアル振れの制御



Kollmorgenの各モデルの概略寸法には、ロータのIDからステータのODへのラジアル振れに関する取り付け要件が記載されています。この注意書きは、ユーザのシャフトのODから筐体のIDへの振れについての要件をお伝えすることを目的としています。シャフト、筐体、ベアリングシステムを、シャフトの接着面のODと筐体の接着面のID間の指定された振れの制限に対応するよう設計する責任はユーザーにあります。この要件に従うことで、ロータのODとステータのIDの全体的な同心度が受容可能なものになります。

7.3.4.2 ロータの接着

NOTE

適切に接着できるように、ステータおよびハウジングの表面はあらかじめ洗浄しておく必要があります。筐体の部材に応じて、洗浄方法については使用する接着剤のデータシートを参照してください。

一般に、最大トルクが750 Nm以内の取り付けの場合、ロータは炭素鋼またはステンレス鋼製シャフトに接着できます。Loctite® 640™またはその他の同様の接着剤の場合、連続接合部の直径と締めりばめの交差が滑らかである（たとえば、公称ギャップが0.012 mm～0.025 mm）必要があります。一般に、エポキシを使用する場合は適切な接着剤の量を維持するために、少し広めの間隔が必要となります。エポキシはシャフトおよびロータの接合部にある溝に接着剤を蓄積する役目を果たし、ローレット切りまたはグリットブラストなどの方法による凹凸加工で強化できる場合もあります。接着剤の適切な量、はめ合いの公差、接着方法、適合範囲、硬化のガイドラインについては接着剤メーカーに確認してください。

ロータの減磁力を防ぐため、ロータおよびシャフトの接着接合部の温度が110° Cを超えないようにしてください（ロータが適切なステータ内に収納されている、またはロータが磁力保持具に取り囲まれている場合を除く）。このトピックに関する詳細情報が必要な場合は、Kollmorgenのエンジニアまでご連絡ください。ロータをアルミ製シャフトに接着する前に、接着剤メーカーにご相談ください。広範な熱特性を持ち、柔軟性に優れた接着剤が必要となる場合もあります。

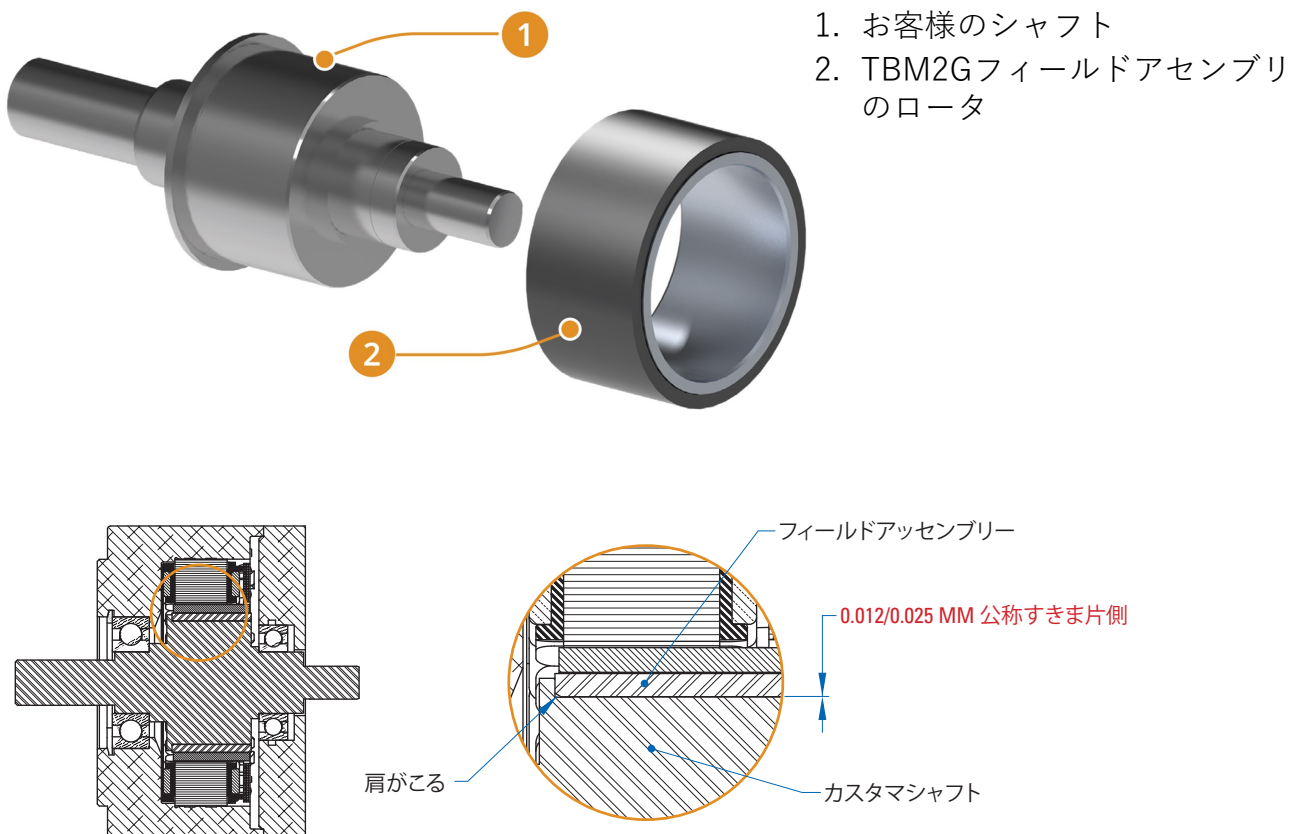


図 10-3 ロータの接着の図

7.3.5 軸の取り付け作業

7.3.5.1 軸アライメント制御

Kollmorgenのモデル固有の概略寸法には、モータが適切に機能するために、取り付け時にロータとステータの間に維持する必要がある軸アライメントが記載されています。指定された取り付けアライメントに一致させるための、ロータシャフト、ステータの組み込み、ベアリングシステムの設計は、ユーザが責任を持って行ってください。取り外し可能な止め輪用のシャフトまたは溝上にある機械加工された段を使用して、ロータの取り付け位置を制御します。止め輪またはシャフト段の最大直径は、磁石がスチール製ハブに接着されるロータの直径よりも小さくなくてはなりません。

7.3.6 軸の取り付け

ホール装置が性能を十分に発揮し、適正に始動されるようにするために、Kollmorgenは積層スタックのエッジとヨークリングのエッジの間の取り付け寸法を指定しています [Kollmorgen]。

この取り付け寸法により、磁石部材が積層スタックを完全に覆い、該当する場合にはホール装置を始動するために軸方向に延長されるようになります。

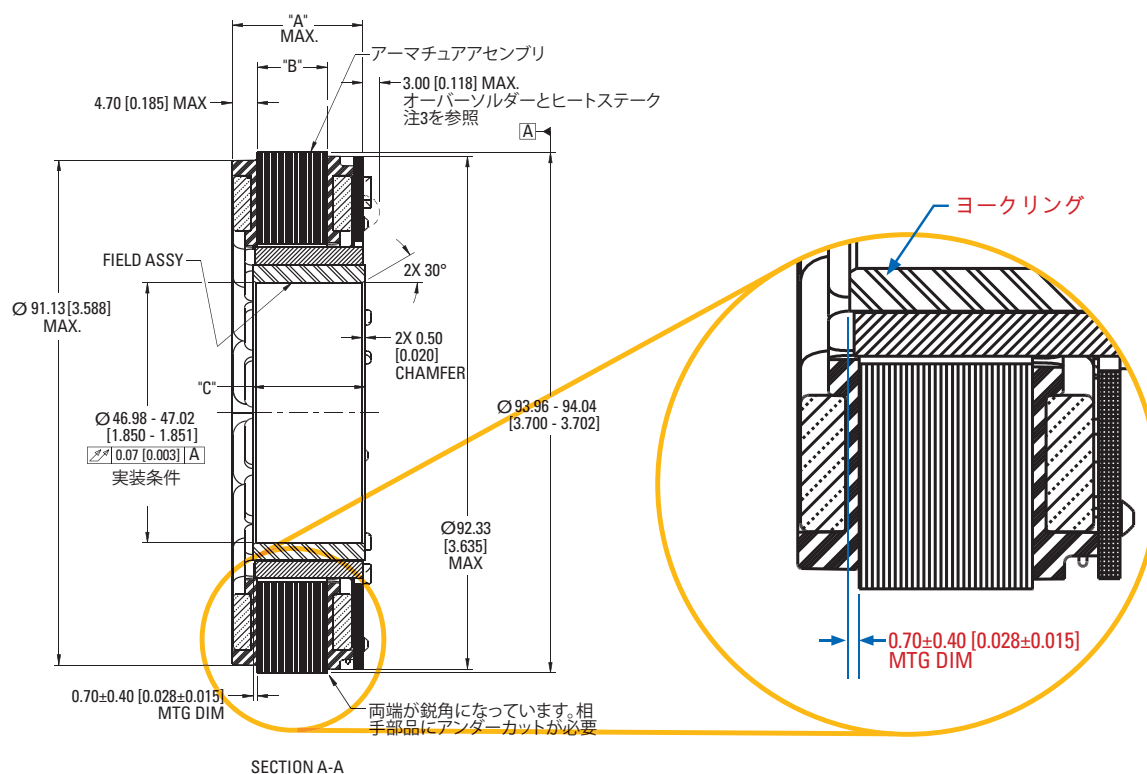


図 10-4 TBM2G-068XXX-XXXX-00の概略寸法に表示されている取り付け寸法の図 この寸法は、積層スタックの左側のエッジからヨーク素材（非磁性）の左側のエッジまでを測定したものです。

積層スタックの反対側から別の取り付け寸法を設定する必要がある場合は、図に記載された複数のパラメータを使用して公称値を計算できます。積層スタックの右側のエッジからヨーク素材の右側のエッジまでの公称値を計算する場合は、次の方程式を使用します。

代替の取り付け寸法 (mm、公称) = "C" - "B" - 0.70 mm

代替の取り付け寸法の計算例では、以下を使用します。

- 図 10-4 の TBM2G-068XXX-XXXX-00 概略寸法に記載された TBM2G-06813-00 の寸法。
- 代替の取り付け寸法の方程式。
- 図 10-5 に記載されている“B”および“C”の値を算出する、TBM2G-068 概略寸法の表。

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

図 10-5 TBM2G-068XXX-XXXX-00 概略寸法から取った“A” MAX、“B”、“C”の値の表。

例：

TBM2G-06813-00 の場合は、“B” = 12.7 mm（公称）、“C” = 19.26 mm（公称）となります。元の取り付け寸法である 0.70 mm（公称）は、すでに概略寸法に記載されています。前述した方程式を使用すると、計算は次のようになります。

$$\text{代替の取り付け寸法 (mm)} = 19.26 \text{ mm} - 12.7 \text{ mm} - 0.70 \text{ mm} = 5.86 \text{ mm (公称)}$$

7.3.7 電気配線インターフェイス

7.3.7.1 配線

TBM2Gシリーズのモータでは、UL準拠の未終端フライングリード線を使用できます。適切なリード線の配線および接続は、Kollmorgenが提供する図面に従い、ユーザが責任を持って行ってください。配線は先端が尖っている角、ピンチポイント、縁などがある物体を回避してください。これらは絶縁体に穴を開ける可能性があります。高振動が発生する用途では配線束を固定し、絶縁体が磨耗するのを防ぐために、振動する表面と配線が接触するのを回避してください。すべての配線束の張力を和らげて、十分な曲げ半径のスペースを確保してください。TBM2Gの図面に表示されている仕様を超えるコネクタの取り付け、圧着、はんだ付け、遮蔽、絶縁管の取り付け、配線、電機配線の改善等に関する責務は、ユーザが負うものとします。

7.3.7.2 リード線の要件（リードなしオプション）

リード線をパッドにはんだ付けするための推奨/ガイドライン。

7.3.7.3 入力線の一般仕様および配線

入力線の一般仕様

モータ	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
タイプ	フライングリード3本						
長さ、mm*	500						
ワイヤゲージ、AWG	20	20	20	18	16	14	14
公称絶縁直径、mm	1.47	1.47	1.47	1.70	1.98	2.26	2.26
最小 固定曲げ半径、mm	7.37	7.37	7.37	8.51	9.91	11.3	11.3

*オプションのリードなしバージョン（ソルダパッドのみ）

入力線の電気インターフェイス

色	機能(交流)
赤	U相(A)
白	V相(B)
黒	W相(C)

入力線の励磁チャート			
ステップ ^a	相「U」赤	相「V」白	相「W」黒
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

PCB/リード線終端から見たCW回転

7.3.7.4 熱デバイスの一般仕様および配線

要求が厳しい用途においてTBM2Gシリーズのモータが長期間にわたり安全に稼働できるように、内蔵サーミスタをPCBAに接続することができます。TBM2Gの一般的なオプションはPT1000 RTDです。または、直列で接続されたPTCデバイスを各相の巻線に1つずつ配置して、各相を保護することもできます。

温度リードの一般仕様

モータ	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
タイプ	フライングリード2本						
長さ、mm*	500						
ワイヤゲージ、AWG	26	26	26	26	26	26	26
公称絶縁直径、mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
最小 固定曲げ半径、mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*オプションのリードなしバージョン（ソルダパッドのみ）

温度リードの電気インターフェイス

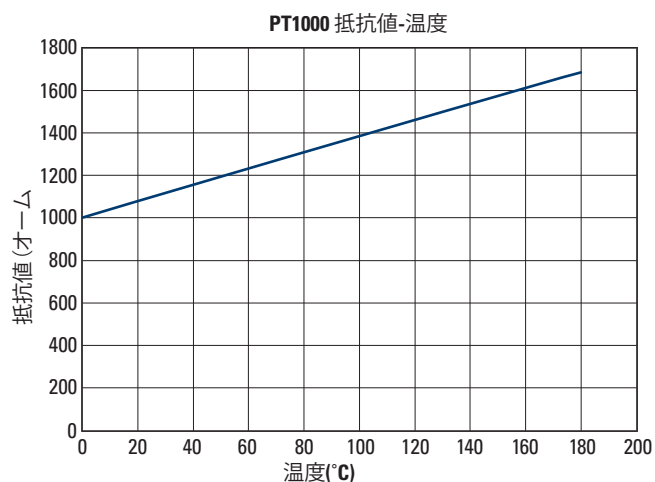
色	機能(交流)
白	熱 センサ+
白	熱 センサ-

7.3.7.4.1 熱防御

継続的な稼働を目的とした熱保護には2つの手法があります。最初の手法は、PT1000を使用して、モータの温度を継続的に測定できるようにするものです。モータの温度は、IEC-60751に従ってPT1000の抵抗を測定することによって確認されます（以下のチャートを参照）。使用できるのは1つのデバイスのみであるため、この手法でモニターできるのは、モータ相の1つのみです。そのため、モータが長時間停止状態になる用途では、この手法は推奨されません。

2つ目の手法では、3つのアバランシェPTCを連続して使用します。1つのPTCが3相それぞれをモニタし、どの相もモータの定格温度を超えていないことを確認します。このオプションは、モータが長期間停止する状況の場合に選択してください。通常の稼働時、デバイスの抵抗は1,500オーム未満です。いずれかの相が155° Cに到達すると、抵抗が急速に増加し、7,000オームを超えます。

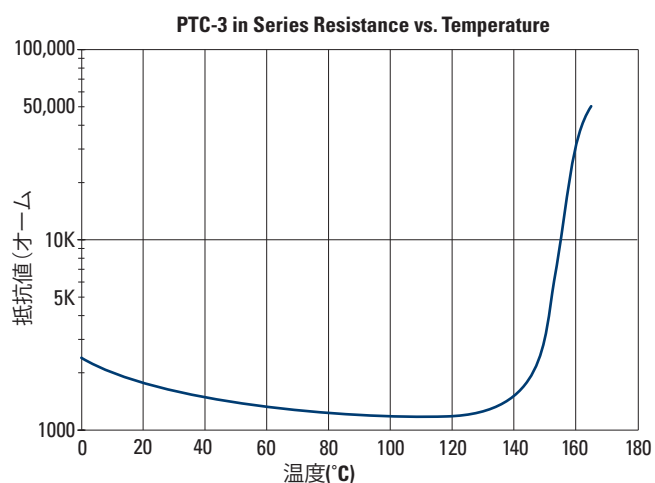
連続定格を超える電流が供給される場合は、どちらの手法もモータの過熱を防ぐことはできません。熱デバイスは、ピーク電流が供給された場合の温度の変化率に対して十分な速度で反応できません。過熱からモータを保護するには、ドライブによってピーク電流が供給される時間を制限する必要があります。



PT1000



このオプションでは直列のPT1000のみが使用されます。また、出力は上記のグラフと同じになります。



このオプションでは、3つの相のそれぞれで、別の3つのPTCが使用されます。いずれかの相がモータの温度定格に到達すると、抵抗が大幅に増加します。

7.3.7.5 ホールセンサ装置の一般仕様および配線

ホールセンサの一般仕様

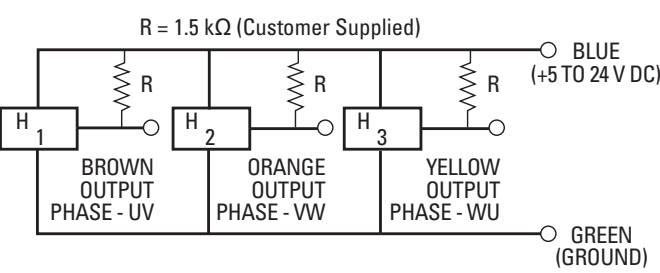
モータ	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
タイプ	フライングリード5本、Allegro A1260						
入力電圧、VDC	+5 ~ 24						
出力信号	シンクのタイプ						
長さ、mm*	500						
ワイヤゲージ、AWG	26	26	26	26	26	26	26
公称絶縁直径、mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
最小 固定曲げ半径、mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*オプションのリードなしバージョン（ソルダパッドのみ）

ホールセンサリードの電気インターフェイス

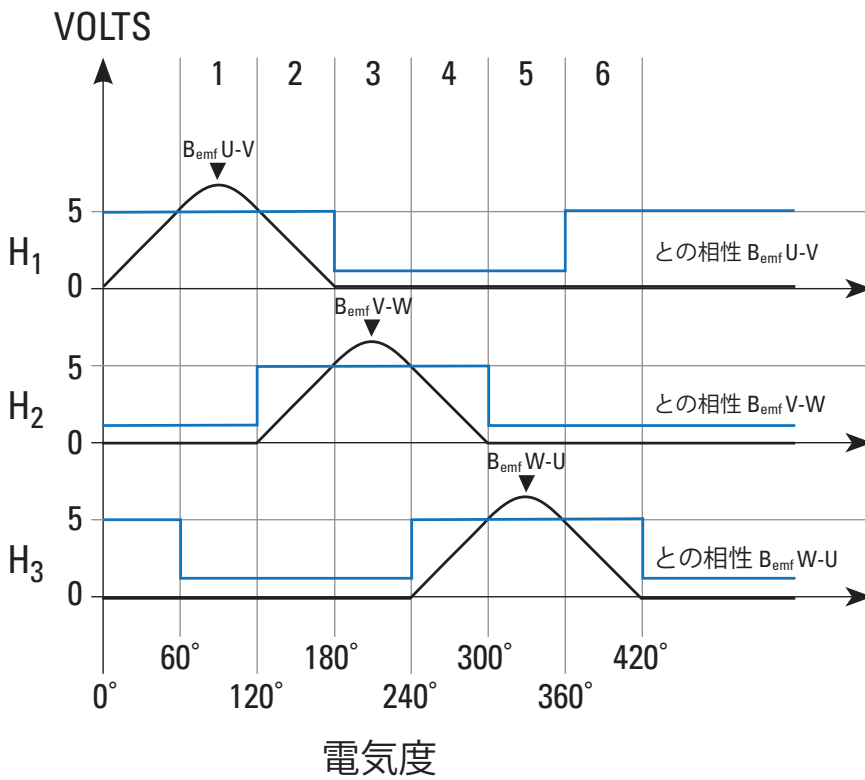
色	機能(交流)
茶	ホール1(U-V)
オレンジ	ホール2(V-W)
黄	ホール3(W-U)
青	+5 ~ 24 VDC
緑	接地

センサ配線図



センサ出力図

PCB/リリード線終端から見たCW回転のU、V、W相

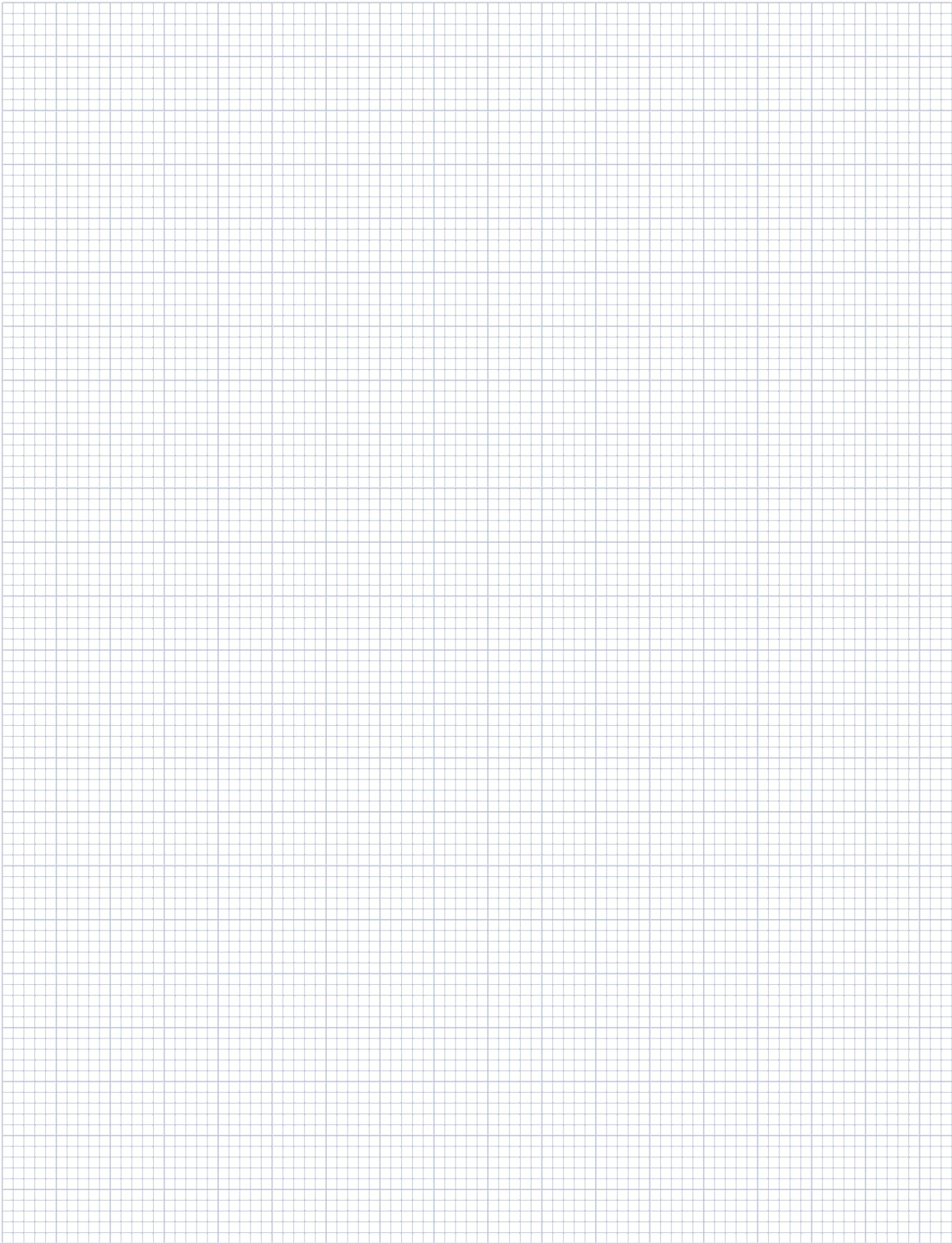


7.4 技術データ用語の定義

最大連続ストールトルク、T_{mc} [Nm]:	最大連続ストールトルクは、低速かつ定格の環境条件で、無制限に維持することができます。各位相への熱分布を実現するための速度が不十分である場合は、さらにディレーティングが発生することがあります。この値は周囲温度が25° Cであることを前提としています。
最大連続電流、I_{mc} [Arms]:	最大連続電流は実質的な正弦波電流で、モータが低速で引き込んで最大ストールトルクを発生させます。
最大機械速度、N_{max} [rpm]:	最大機械速度はモータが達成できる最高速度です。マグネットの接着の接着強度といった機械的な要因の制約を受けます。
最大トルク、T_p [Nm]:	最大トルクは極めて短期間しか維持されず、その期間は周囲の状況と全体的なデューティサイクルに応じて異なります。この値も、ドライブの仕様と供給電圧に応じた制約を受けます。
最大電流、I_p [Arms]:	モータの最大電流（実質的な正弦波値）は、連続電流の3倍です。実際の値はモータの最大電流または使用されるドライブの最大電流を下回ります。
定格トルク、T_{rtd} [Nm]:	定格トルクはモータが定格速度で定格電流を引き込むと発生します。連続稼働（ N_{rtd} ）の定格速度では、定格トルクを無期限に発生させることができます。この値は周囲温度が25° Cであることを前提としています。
トルク定数、K_t [Nm/Arms]:	トルク定数は、モータによって電流単位ごとに発生するトルクの値を定義します。25° Cの周囲温度お155° Cの巻線温度の両方で測定されています。
逆起電圧定数、K_e [Vrms/krpm]:	BEMF定数は、誘導されるモータの逆電圧定数を、2つの端子間の実質的な正弦波値（1000 rpmごと）として定義します。25° Cの周囲温度お155° Cの巻線温度の両方で測定されています。
モータ定数、K_m [Nm/$\sqrt{W}$]:	この定数は、一般に、停止状態かほぼ停止しているモータの出力密度を比較するために使用されます。また、この定数は指定された電力でモータから発生するトルクの量を定義します。この値は K_t と、25° Cの巻線温度での抵抗で指定されます。

抵抗、Rm [Ω]:	抵抗は、ラインとラインの間と、プリント基板で測定されます。この値にモータのリードの抵抗は含まれません。25° Cでの抵抗値は巻線温度とともに増加します。
インダクタンス、L [mH]:	インダクタンスは、ラインとラインの間と、プリント基板で測定されます。これは、そのロータの位置に応じたモータの平均的なインダクタンスです。この値は25° Cの巻線温度で測定されます。
ロータの慣性 モーメント、 Jm [kg-cm²]:	このロータのモーメントでは、ご使用のモータの角加速度が考慮されます。この値が関係するのは標準的なフィールドアセンブリ部品（ヨークリングおよびリングマグネット）のみです。お客様提供の部品では、慣性の合計が異なります。
静摩擦力、Tf [Nm]:	静摩擦力は、モータが回転するために克服が必要なトルクです。静摩擦力は、低速のヒステリシス損失と最大コギングトルクの組み合わせです。システム内のベアリングの損失は含まれません。高速のモータの回転損失を計算する場合は、この摩擦を含めないでください。
熱抵抗、 Rthw-a [deg. C/watt]:	熱抵抗は、損失によって消散されるエネルギー単位ごとの、定常状態での温度の上昇を測定するものです。この値では、対応するCDのシートなどに定義されているように、TBM2Gモータがアルミニウム製のヒートシンクの筐体に取り付けられていることを前提としています。

Notes



2 mm divisions

8 한국어

8.1 일반

8.1.1 설명서 정보

이 설명서는 TBM2G 프레임리스 모터(표준 버전)에 대해 설명합니다. TBM2G 모터를 드라이브 시스템에서 Kollmorgen® 서보 드라이브와 함께 작동할 경우 전체 시스템 설명서를 참조하십시오. 시스템 설명서는 다음과 같은 내용으로 구성되어 있습니다.

- 서보 드라이브용 설치 설명서
- 필드버스 통신 설명서(예: CANopen 또는 EtherCAT)

추가적인 배경 정보는 Kollmorgen 개발자 네트워크(kdn.kollmorgen.com)를 참조하십시오.

8.1.2 사용되는 약어

NOTE

- 기술 데이터에 사용되는 약어는 용어 정의에서 확인할 수 있습니다.
- 이 문서에서 기호(→ # 25)는 25페이지를 참조하라는 의미입니다.

8.1.3 사용된 기호

기호	의미
 위험	피하지 않을 경우 사망이나 심각한 상해에 이르는 위험한 상황을 나타냅니다.
 경고	피하지 않을 경우 사망이나 심각한 상해에 이를 수 있는 위험한 상황을 나타냅니다.
 주의	피하지 않을 경우 경미하거나 중간 정도의 상해에 이를 수 있는 위험한 상황을 나타냅니다.
NOTICE	피하지 않을 경우 자산에 손상을 가져올 수 있는 상황을 나타냅니다.
NOTE	이 기호는 중요한 참고 사항을 나타냅니다.
	위험 경고(일반). 위험 타입은 기호 옆에 있는 텍스트로 명시됩니다.
	전기 위험 및 그에 따른 영향에 대한 경고입니다.
	뜨거운 표면 위험에 대한 경고입니다.
	일시 중단된 하중에 대한 경고입니다.

8.1.4 안전성

8.1.4.0.1 안전 참고 사항



심박 조율기 경고!

자성 로터가 설치되지 않은 경우에 생성된 강력한 자기장은 심박 조율기처럼 자기장의 영향을 받을 수 있는 장치를 이식한 사람에게 위험합니다. 일반적으로 강력한 자기장의 영향으로 인해 건강이 상할 수 있는 모든 사람은 로터에서 적어도 1m 이상의 안전 거리를 유지해야 합니다.



자기장 주의!

생성된 강력한 자기장은 자기장의 영향을 받을 수 있는 장치를 이식한 사람에게 위험합니다. 일반적으로 강력한 자기장의 영향으로 인해 건강이 상할 수 있는 모든 사람은 모터에서 적어도 1m 이상의 안전 거리를 유지해야 합니다.

적절한 자격을 갖춘 사람만 운반, 설치, 시운전 및 유지보수와 같은 활동을 수행할 수 있습니다. 적절한 자격을 갖춘 사람은 모터의 운반, 조립, 설치, 시운전 및 작동에 익숙하고, 업무에 대한 적절한 자격이 있는 사람입니다. 자격을 갖춘 직원은 IEC 60364, 60662와 같은 표준 및 지침과 국내 사고 방지 규제를 알고 준수해야 합니다.

이 문서에 포함된 권장 사항은 일반 설치 지침을 위해 작성되었으며 참조용으로 사용됩니다.

Kollmorgen에서는 이러한 기법의 잘못된 구현에 대해 책임지지 않으며 모든 것은 사용자의 책임입니다.



장갑 착용 주의!

모터 작업을 수행할 때는 항상 장갑을 착용하십시오.

설치 및 시운전 전에 제공된 설명서를 읽으십시오. 모터 구성 요소를 잘못 취급하면 다치거나 장비가 손상될 수 있습니다. 모터 고정자 내부에 로터를 설치할 때는 특히 주의해야 합니다. 도구 또는 고정 장치가 필요할 수 있습니다.



자기장 주의!

강력한 자기장은 금속 물체를 끌어당기기 때문에 손과 손가락이 위험해질 수 있습니다. TBM2G 모터 가까이에 있거나 관련 작업을 수행하는 동안 전혀 자성이 없는 재료로 만들어진 2개 이상의 끝이 뾰족한 췌기(즉, 췌기 각도가 약 10°~15°인 V2A)와 비금속 망치(약 3kg)를 사용해야 합니다. 비상 상황에서는 이러한 도구를 사용하여 자기 로터에 자성으로 결합된 물체를 뚫 수 있습니다(예를 들어 본체에 갇힌 부품을 자유롭게 해제).

시계와 자기 데이터 매체(신용 카드, 디스켓 등), 디지털 디스플레이(휴대폰, 노트북 등)를 TBM2G 모터에서 가까운 위치(500mm 이내)에 두지 마십시오. 높은 인력 때문에 자기 로터에서 약 50mm 범위 내에서는 특히 주의해야 합니다. 이 영역 내에서는 무겁거나(1kg 초과) 면적이 큰(1dm² 초과) 스틸 또는 철 물체를 손으로 들고 있지 않아야 합니다.

로터는 포장하지 않은 상태로 보관하면 절대 안 됩니다. 두께가 20mm 이상인 비자성 포장 재료를 사용하십시오. 보관 위치는 건조해야 하며 열을 가하지 않아야 합니다. 고정자 내부에 설치한 경우가 아니면 모터 로터를 110°C를 초과하는 온도에 노출하지 마십시오. 110°C보다 높게 가열하면 로터 자석의 자성이 손실될 수 있습니다.

모터 보관 위치에는 "강력한 자석" 경고 표시를 배치하십시오.

쉽게 식별 가능한 경고 표시(예: 영구적인 접착식 라벨)를 기계에 부착하십시오. 주의: 이 기계의 드라이브는 강력한 자석을 통해 부착됩니다. 강력한 자기장 + 높은 인력!



접지 위험! 높은 전압!

모터 고정자의 금속 부품이 스위치 기어 캐비닛의 PE(보호 어스) 부스바에 안전하게 접지되었는지 확인해야 합니다. 낮은 저항의 보호 접지가 없으면 직원 안전을 보장할 수 없습니다. 자세한 내용은 이 문서의 장착 및 설치 지침의 접지 섹션을 참조하십시오.

모터가 작동 중이지 않더라도 전원 연결이 여전히 라이브 상태일 수 있습니다. 전압이 있는 상태에서는 모터의 전기 연결부를 절대로 해제하지 마십시오. 적합하지 않은 경우에는 아크를 유발하여 사람이 다치거나 장비가 손상될 수 있습니다.

8.1.5 중요 알림

전문가가 필요합니다!

운반, 조립, 설정 및 유지보수 등의 작업은 적절한 자격이 있는 직원만 수행할 수 있습니다. 자격 있는 전문가는 모터의 운반, 설치, 조립, 시운전 및 작동에 익숙하고 담당 업무를 진행할 수 있는 최소한의 자격이 있는 사람입니다.

- **운반:** 정전기에 민감한 구성 요소를 취급하는 것에 대한 지식이 있는 사람만 수행합니다.
- **기계 설치:** 기계 취급 자격이 있는 사람만 수행합니다.
- **전기 설치:** 전기 취급 자격이 있는 사람만 수행합니다.
- **설치:** 전기 공학 및 드라이브 기술에 대해 포괄적인 지식이 있는, 자격을 갖춘 직원만 수행합니다.

자격을 갖춘 직원은 IEC 60364 / IEC 60664 및 국내 사고 방지 규정을 알고 준수해야 합니다.

설명서를 읽으십시오!

설치 및 시운전 전에 제공된 설명서를 읽으십시오. 고정자/로터를 부적절하게 취급하면 사람이 다치거나 자산을 손상시킬 수 있습니다. 따라서 작업자는 프레임리스 모터를 작동시킬 수 있는 모든 사람이 설명서를 읽고 이해했으며 이 설명서의 안전 고지 사항을 준수하는지 확인해야 합니다.

기술 데이터에 유념하십시오!

연결 상태에 대한 기술 데이터 및 사양을 준수하십시오 ([Technical Data](#)의 전기 정격). 허용되는 전압값이나 전류값을 초과할 경우 과열 등의 문제로 인해 프레임리스 모터가 손상될 수 있습니다.

위험 평가를 수행하십시오!

기계 제조업체는 기계에 대한 위험 평가를 생성하고, 예기치 않은 움직임으로 인해 사람이나 자산을 다치게 하거나 손상시키지 않도록 하기 위한 적절한 조치를 취해야 합니다. 위험 평가를 위해 전문가가 추가로 필요할 수도 있습니다.



뜨거운 표면 주의!

작동 중인 TBM2G 모터의 표면이 보호 범주를 기준으로 매우 뜨거울 수 있습니다. 경미한 화상 위험! 표면 온도가 155°C를 초과할 수 있습니다.

- 온도를 측정하고 TBM2G 모터가 40°C 아래로 식을 때까지 기다렸다가 만지십시오.



접지 위험! 높은 전압!

TBM2G 모터가 스위치 캐비닛의 PE(보호 어스) 부스바에 안전하게 접지되었는지 확인해야 합니다. 감전 위험이 있습니다. 낮은 저항 접지가 없으면 개인에 대한 보호를 보장할 수 없으므로 감전으로 사망할 수 있습니다.

- 광학 디스플레이가 없다고 해서 전압이 없는 것은 아닙니다. 전원이 연결되면 로터가 회전하지 않더라도 전압이 전달될 수 있습니다.
- 작동 중에는 커넥터 연결을 끊지 마십시오. 노출된 접촉 부위를 만질 경우 사망하거나 크게 다칠 수 있습니다. 로터가 회전하지 않더라도 전원 연결이 라이브 상태를 유지할 수 있습니다. 이렇게 하면 플래시오버가 발생하여 사용자가 다치거나 접촉 부위가 손상될 수 있습니다.
- 서보 드라이브를 공급 전압에서 분리한 후에는 몇 분 정도 기다렸다가 일반적으로 라이브 상태인 구성 요소(예: 접촉 부위, 나사 연결)를 만지거나 연결을 개방하는 것이 좋습니다.
- 서보 드라이브의 커패시터는 공급 전압을 끄고 몇 분 동안 위험한 전압을 계속 운반할 수 있습니다. 안전을 보장하려면 DC-link 전압을 측정하고, 전압이 60V 아래로 떨어질 때까지 기다리십시오.

지시대로 사용("사용 목적")

- 사용자는 이 문서에 정의된 상황에서만 모터를 작동하는 것이 허용됩니다.
- 모터 시리즈는 서보 드라이브에서만 독점적으로 사용하도록 고안되었습니다.
- 모터는 전기 장비 또는 기계의 구성 요소로 설치되며, 이러한 장비나 기계의 내장 구성 요소로만 시운전하고 작동할 수 있습니다.
- 최종 사용자는 기계 적합성을 확인해야 합니다.

8.1.6 금지된 사용

다음과 같은 환경에서 Kollmorgen 고객 지원 서비스에 문의하지 않고 모터를 사용하는 것은 금지됩니다.

- 폭발 가능성이 있는 영역
- 부식성 및/또는 전도성 산, 알칼리 용액, 오일, 증기, 먼지가 있는 환경
- 진공
- 공급 네트워크, 메인 장치에서 직접 사용

다음과 같은 기계에서는 모터를 시운전하는 것이 금지됩니다.

- EC 기계 지침의 요구 사항을 준수하지 않는 기계
- EMC 지침을 준수하지 않는 기계
- 저전압 지침을 준수하지 않는 기계

8.1.7 모델 명명법

TBM2G - 060 08 A - N N A A - 00

프레임 크기

050	50 mm 외경
060	60 mm 외경
068	68 mm 외경
076	76 mm 외경
085	85 mm 외경
094	94 mm 외경
115	115 mm 외경

스택 길이

08	8.2 mm 스택
13	12.7 mm 스택
26	26.3 mm 스택

감기

A to Z

사용자 지정 옵션

00	표준
01, 02, 03...	특별한

필드 옵션

A	표준
S	특별한

연결 옵션

A	0.5 m 길이
N	리드 없음
S	특별한

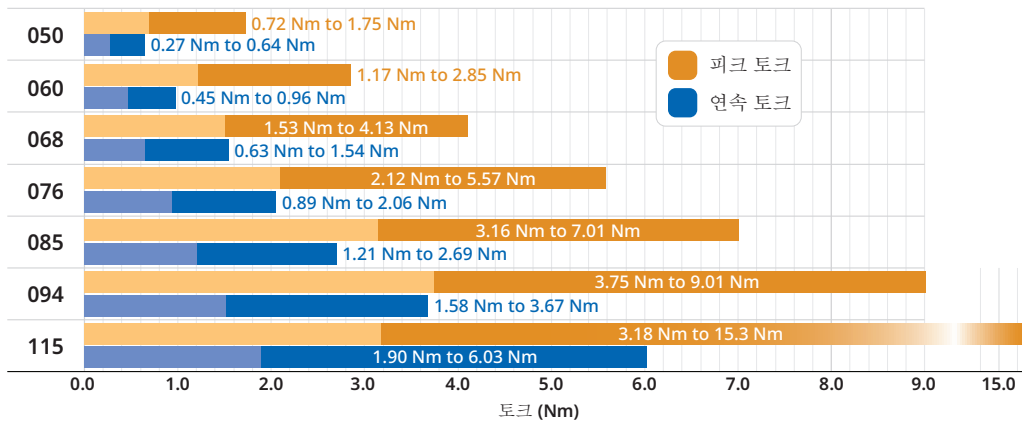
센서 옵션

A	홀 장치 센서(대체 위치) 050 프레임에서는 사용할 수 없음
H	홀 장치 센서
N	홀 없음
S	특별한

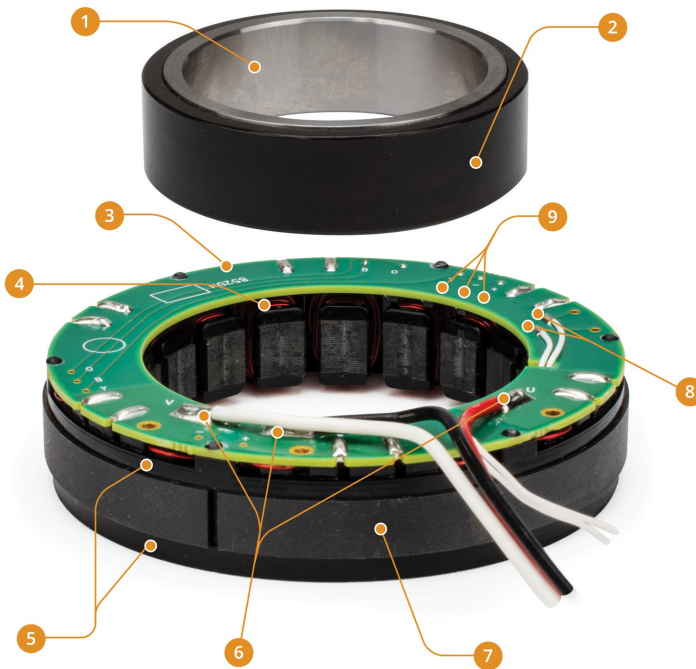
열 장치

A	PT1000
B	3x PTC 장치
N	장치
S	특별한

8.1.8 토크 개요



8.1.9 구성 요소 재료 도면



1. 요크
 - 재료: 400 시리즈 스테인리스 스틸
2. 링 자석
 - 재료: NdFeB(네오디뮴)
 - 코팅: 에폭시
3. PCB(인쇄 회로 기판)
4. 코일
 - 재료: 구리
 - 코팅: 바니시
5. 엔드 절연체
 - 재료: 폴리머 수지
6. 전력 리드
7. 라미네이션 스택
 - 재료: 전기 스틸
8. 열 장치(옵션)
 - (PCB 아래에 장착)
 - PT1000
 - PTC 애벌런치(3개 연속)
9. 홀 센서(옵션)
 - (PCB 아래에 장착)
 - Allegro A1260

8.2 보관, 작동 및 운반 지침

8.2.1 보관

기후 범주	IEC 60721-3-1, EN61800-2에 따라 1K4.
보관 온도	-25 ~ +55 °C, 최대 시간당 변동 20°K
습도	상대 습도 5% ~ 95%, 응결 없음
보관 시간	무제한

NOTE

모터는 제조업체의 원래 포장으로만 보관하십시오.

8.2.2 작동

주변 온도(정격 값)	최대 1000m amsl의 사이트 고도에서 -20 ~ +40 °C
허용 습도(정격 값)	95% 상대 습도, 응결 없음
전력 감소(전류 및 토크)	온도 감소가 1000m당 10°K인 1000m amsl 이상의 사이트 고도에 대해서는 감소가 발생하지 않습니다. 권선 온도가 155 °C를 초과하지 않아야 합니다.

8.2.3 운송

기후 범주	IEC 60721-3-2, EN61800-2에 따라 2K3
보관 온도	-25 ~ +70 °C, 최대. 시간당 변동 20°K
습도	상대 습도 5% ~ 95%, 응결 없음

NOTE

충격을 피하십시오. 포장이 손상된 경우 모터 부품의 파손 여부를 육안으로 확인하십시오. 배송업체 및 제조업체(해당되는 경우)에 알리십시오.

8.2.4 포장 풀기

고정자 및 로터 세트는 일반적으로 단일 포장 또는 벌크 포장으로 함께 배송됩니다. 특별 옵션으로 맞춤형 벌크 포장을 사용할 수 있습니다. 로터 및 고정자는 강력한 자력으로 인해 서로 영향을 주지 않도록 포장 재료로 분리됩니다. 포장을 풀 때는 부품이 분리된 상태를 유지하고, 자성이 높은 로터가 다른 물체에 영향을 주지 않도록 주의하십시오.

고정자에는 필요한 경우 홀 센서 장치가 포함될 수 있습니다. 이러한 장치는 정전기로 인해 손상되기 쉽습니다. ESD 백은 홀 장치가 있는 고정자를 운반하는 데 사용됩니다. 포장을 풀 때는 ESD를 보호하도록 주의하십시오.

8.3 장착 및 설치 지침

① IMPORTANT

이 Kollmorgen 설명서에 포함된 권장 사항은 일반 설치 지침을 위해 작성되었으며 참조용으로만 사용됩니다. Kollmorgen에서는 이러한 기법의 잘못된 구현에 대해 책임지지 않으며 모든 것은 사용자의 책임입니다.

8.3.1 전기자 및 필드 어셈블리 정의

전기자 어셈블리(고정자)

전기자 어셈블리는 프레임리스 모터의 고정 부분입니다. 이 어셈블리는 자성 스틸 라미네이션, 코일 및 리드선 어셈블리로 구성됩니다. 또한 홀 장치 또는 열 센서와 같은 추가 옵션을 포함할 수도 있습니다.

필드 어셈블리(로터)

필드 어셈블리는 프레임리스 모터에서 움직이는 부분입니다. 이 어셈블리는 희토류 링 자석과 요크 링으로 구성됩니다.

프레임리스 모터(세트)

모터의 고정자와 로터는 별도의 부품으로 제조되고 배송됩니다. 개별 부품은 최종 사용자가 하우징, 샤프트 및 베어링 시스템에 조립해야 합니다.

8.3.2 사용자 인터페이스 책임

시스템에 설치되는 모터의 적절한 성능 및 안정성을 보장하기 위해 사용자는 다음 정보를 지침으로 삼아 장착 인터페이스를 설계해야 합니다. 사용자는 의도한 응용 분야의 요구 사항에 따라 로터 샤프트, 고정자 인클로저, 베어링 시스템, 하우징 디자인 세부 사항, 재료 선택, 맞춤 계산 및 허용 오차 분석을 설계해야 합니다.

8.3.2.1 베어링

모터 응용 분야에서 사용자가 공급하는 베어링 시스템은 모든 작동 조건에서 로터와 고정자 사이에 엄격하고 균일한 간격을 유지할 수 있도록 충분한 강성을 보여주어야 합니다. 균일한 간격에는 로터와 고정자 간의 런아웃 및 동심도에 대한 제한이 포함됩니다.

8.3.2.2 고정자 장착 재료

최상의 전도성 방열 경로 및 적절한 구조적 무결성을 보장하기 위해 금속 하우징 또는 클램프 구조를 사용하여 고정자를 단단히 장착하는 것이 좋습니다. 열에 덜 민감한 응용 분야에서는 스테인리스 스틸 합금(300 시리즈 또는 동급)이 허용되는 대안이지만, 뛰어난 열 전도성과 무게 대비 강도 비율 때문에 알루미늄 합금이 선호됩니다. 탄소강, 주철, 400 시리즈 스테인리스 합금 및 기타 자속 전도성 철 금속은 고정자 장착에서 덜 선호됩니다. 이러한 금속을 사용해야 하는 경우에는 Kollmorgen 엔지니어에게 도움을 요청하십시오. 플라스틱이나 기타 유사한 열 분리 재료는 시스템의 방열 용량에 부정적인 영향을 미치므로 권장되지 않습니다.

8.3.2.3 로터 장착 재료

자화된 로터는 사용자가 선택한 금속 샤프트에 장착할 수 있습니다. 의도한 토크 및 열 작동 범위용으로 적절히 설계된 경우 알루미늄 합금이 사용되기도 하지만, 탄소강 및 스테인리스 스틸이 가장 일반적으로 사용되는 샤프트 재료입니다. 로터를 샤프트에 부착하는 데 사용되는 방법에 따라 샤프트에 대해 선택할 최적의 재료 및 허용 오차에 영향을 줄 수 있습니다. Kollmorgen 브러시리스 모터를 사용할 경우 정격 성능을 위해 샤프트가 자속을 운반하거나 자기 회로의 일부로 작동할 필요가 없습니다.

8.3.2.4 접지



장착할 경우 고정자의 적층된 스택(또는 베어 메탈 외부 슬리브)은 시스템 샤프트 및 서보 드라이브 샤프트와 동일한 전기 접지 전하여야 합니다. 이러한 일반적인 접지 경로가 보장되지 않을 경우 전기 노이즈가 발생하고 감전 위험이 있을 수 있습니다. 전기 용량이 크고 극수가 많은 모터를 사용할 경우 감전 위험은 특히 높아집니다. 일반적으로 전기 전도성 금속 구성 요소를 사용하여 고정자를 장착하는 경우 고정자 라미네이션 스택과 기계 샤프트 사이의 강력한 접지 경로가 구현됩니다. Kollmorgen에서는 모터 시스템을 활성화하기 전에 연속성 검사를 수행하여 적절한 접지 경로를 확인할 것을 권장합니다. 일부 응용 분야에서는 선택한 장착 구성 및 재료에 따라 별도의 전도성 접지 스트랩이 필요할 수 있습니다. 이러한 경우 사용자가 접지 경로를 설치하고 전기 상태를 확인해야 합니다.

8.3.2.5 기본 조립 지침



Kollmorgen의 TBM2G 시리즈 및 기타 프레임리스 브러시리스 모터는 고성능 희토류 자석을 활용합니다. 이 모터를 취급하거나 운반할 때는 다치거나 제품이 손상되는 일이 없도록 특히 주의하십시오. 자화된 로터와 가까이 있는 금속 물체 사이의 인력이 매우 강할 수 있습니다. 잘못 취급하면 예기치 않은 충격이 가해질 수 있습니다. 또한 강력한 자기장은 가까이 있는 컴퓨터, 디스플레이 화면 및 메모리 보관 장치를 손상시킬 수도 있습니다. 로터는 설치할 준비가 될 때까지 배송 컨테이너에 보관하거나 안전하게 포장해 두십시오. 이 방식을 따르면 사고를 방지하고 자석에 붙는 성향이 있는 금속 조각이나 파편과 같은 오염물을 피할 수 있습니다.

다음은 로터(필드 어셈블리)를 고정자(전기자 어셈블리)에 끼울 때 따를 수 있는 일반 조립 프로세스입니다.

1. 고객이 제공한 하우징을 안정적인 표면에 단단히 장착하여 갑자기 움직이는 일이 없도록 합니다.
2. 고정자 장착 방식에 나와 있는 것처럼 고정자를 하우징으로 밀어 넣고 고정자를 본딩하거나 클램핑하여 고정시킵니다.
3. 고정자 장착 방식에 나와 있는 것처럼 고객이 제공한 샤프트에 로터를 밀어 넣고 고정자를 본딩하거나 클램핑하여 고정시킵니다.

⚠ CAUTION

희토류 자석은 깨지거나 파편이 떨어지기 쉽습니다. 로터를 샤프트에 장착할 때는 자석을 떨어뜨려 다른 표면에 충격을 주지 않도록 주의하십시오.

4. Kollmorgen은 로터/샤프트 어셈블리를 고정자/하우징 어셈블리에 끼우기 전에 먼저 Mylar® 필름과 같은 얇은 심 재질 계층을 고정자의 안쪽 보어에 설치하는 것이 좋습니다.
 - Mylar 필름을 고정자 보어 둘레를 완전히 감싸는 단일 조각으로 설치하거나 축 방향으로 동일한 간격에 따라 여러 조각을 설치할 수 있습니다. 최적의 필름 두께와 필요한 심 레이어 수는 사용자가 설치하려는 모터의 크기에 따른 로터와 고정자 간 간격에 좌우됩니다. 지침에 대해서는 아래의 방사상 가동 간격 차트를 참조하십시오.

⚠ CAUTION

로터의 바깥쪽 표면은 사용자가 로터를 설치하려고 할 때 발생하는 자기 인력으로 인해 고정자의 안쪽 보어의 가장 가까운 지점에 붙을 수 있습니다. 로터를 고정자 안쪽으로 밀어 넣을 때 발생하는 마찰력은 로터 밴드, 자석, 코팅 또는 고정자 보어 표면에 손상을 줄 수 있습니다.

5. 로터를 중앙 축 라인을 따라 천천히 매끄럽게 끼워 넣어 로터를 고정자 내부에 배치합니다. 이 작업은 손으로 하거나 커스텀 설치 고정 장치를 사용하여 수행할 수 있습니다.

6. 심을 분리하기 전에 필요에 따라 로터 어셈블리에 베어링을 설치하여 샤프트 정렬을 유지하십시오.
7. 작동하기 전에 로터와 고정자 사이의 공극에서 심 재료를 제거하십시오.

일반적인 방사상 가동 간격

		TBM2G 프레임 크기						
		050	060	068	076	085	094	115
공칭 기계 간격	mm	0.26	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.40
	인치	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.016
사용자는 각 모델별 Kollmorgen 외형도 도면에 명시된 동심도 요건을 고려해야 합니다. 전반적인 시스템 마찰을 최소화하여 최적의 상태로 모터를 작동하려면 가능한 최소 마찰력과 고품질의 윤활제가 있는 베어링을 선택해야 합니다.								

8.3.3 고정자 장착 방식

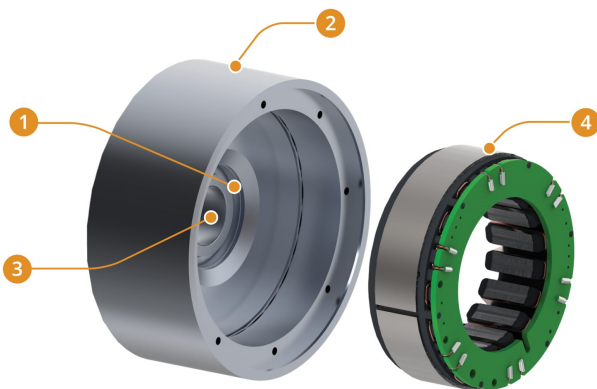
Kollmorgen에서는 사용자가 원하는 비용, 조립 용이성 및 서비스 가능성뿐만 아니라 응용 분야의 토크, 진동 및 열 특성에 따라 모터 고정자 설치에 대해 다음과 같은 옵션을 제안합니다.

8.3.3.1 고정자 본딩

NOTE

접착력을 유지하려면 본딩하기 전에 고정자 및 하우징 표면을 잘 닦아야 합니다. 하우징 재료에 따른 세척 기법에 사용되는 접착제를 안내하는 데이터 시트를 참조하십시오.

대부분의 경우 일반적인 피크 토크가 2,400Nm인 모터는 3M™ Scotch-Weld™ 2214 또는 기타 유사한 접착제 등의 구조용 에폭시를 사용하여 고정자를 적절히 본딩할 수 있습니다. 본딩은 모든 TBM2G 고정자에 선호되는 영구 설치 기술입니다. 아래의 고정자 본딩 그림에 나와 있는 것처럼, 접착제 본딩을 성공적으로 활용하려면 소형의 축용 솔더를 한쪽 엔드에 배치하고 반대쪽 엔드를 열어 둔 상태에서 고정자 인클로저를 원통형 컵 형태로 설계해야 합니다. 솔더는 열린 엔드에서 삽입될 경우 고정자가 지탱할 수 있는 정지 포인트로 작동하며, 외형도 도면에 나와 있는 것처럼 일반적으로 권선 엔드 턴의 최대 외부 직경을 명확히 드러냅니다. 모서리 릴리프는 고정자 라미네이션의 날카로운 모서리를 완화하는 데 필요합니다. 하우징 컵의 열린 엔드에 작은 내부 챔퍼가 있어서 고정자가 쉽게 삽입됩니다. 고정자 하우징을 평평하게 놓고[회전 축을 수직으로] 조립 절차를 수행할 경우 구조용 접착제의 수압은 고정자가 고정자 하우징 내에서 자체적으로 중앙에 배치되는 데 도움이 됩니다.



1. 고객 베어링
2. 고객 하우징
3. 고객 피드백
4. TBM2G 고정자

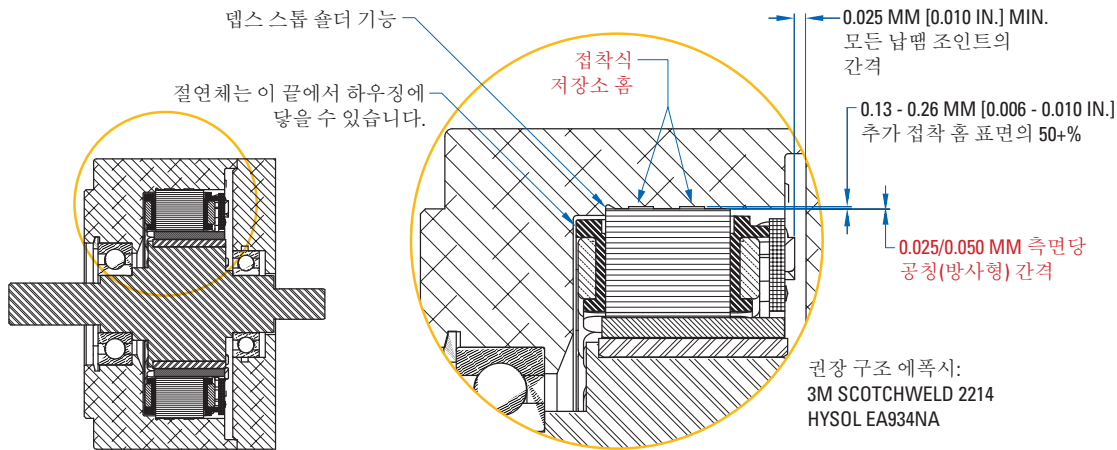


그림 11-1 고정자 본딩 그림

극한의 온도는 서로 다른 확장 계수[예: 스틸 라미네이션 vs. 알루미늄 하우징]로 인해 문제를 야기할 수 있습니다. 적절한 본드 라인 두께, 도포 공정 및 경화 지침에 대해서는 접착제 제조업체에 문의하십시오. 고정자 본딩 그림에서 하우징의 내부 직경에 표시되는 홈은 두꺼운 구조용 에폭시에 대한 접착제 저장소로 작용하여 폭넓은 온도 범위에서 큰 비틀림 강도를 제공하는 데 도움을 주기 위해 사용됩니다. 두꺼운 구조용 에폭시를 사용하는 경우 하우징 컵의 내부 직경이 고정자의 최대 외부 직경보다 약 0.05mm ~ 0.1mm 더 커야 합니다. 제조업체가 권장하는 방식으로 사용할 경우 이러한 접착제는 시간이 지나면서 우수한 수명과 내구성을 제공합니다.

구조용 에폭시 대신 LOCTITE® 640™ 또는 기타 유사한 접착제 등의 리테이닝 합성물을 선호하는 경우 적절한 본드 라인 두께를 유지하기 위해 하우징 내부 직경과 고정자 외부 직경 사이의 간격을 촘촘히 유지해야 합니다. 권장 사항에 대해서는 접착제 제조업체 지침을 참조하십시오.

NOTICE

사용자는 의도된 극한의 온도 상황에서 예상되는 열 증가율에 따라 적절한 접착제를 선택하고 하우징 치수를 설계해야 합니다. 모터 고정자가 손상되지 않으려면 접착제 경화 온도가 155°C를 초과하지 않아야 합니다.

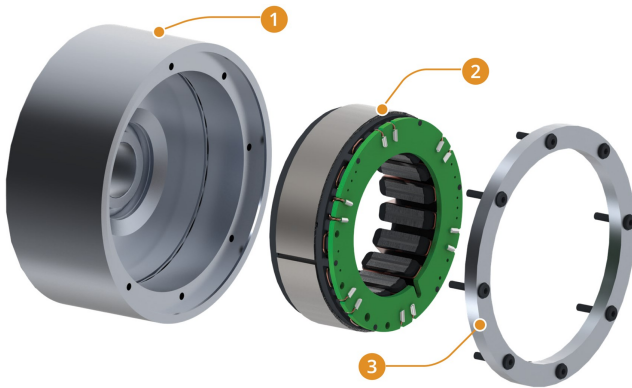
8.3.3.2 고정자 클램핑

고정자를 시스템에서 반복적으로 설치 및 분리해야 할 수도 있는 응용 분야에서는 축 클램핑이 가능한 옵션일 수 있습니다. Kollmorgen은 일반적으로 강한 충격 및 진동이 있는 응용 분야나 특수 설계를 고려하지 않은 극한의 온도 환경인 응용 분야에서는 이 기법을 권장하지 않습니다. 아래 그림에 나와 있는 고정자 인클로저는 에폭시 본딩 기법과 매우 유사합니다. 고정자를 장착하기 위해 클램핑 기법을 사용하는 경우 하우징 컵의 내부 직경이 고정자의 최대 외부 직경보다 약 0.025mm ~ 0.050mm 더 커야 합니다. 원할 경우, 방열판으로 보다 효율적인 전도가 이루어지도록 고정자 외부 직경과 하우징 내부 직경 사이의 작은 방사형 공간을 열 합성물로 채울 수 있습니다.

NOTE

그리스로 축 클램핑 표면이 오염되어 클램핑 마찰이 감소될 수 있는 상황이 발생하지 않도록 주의하십시오.

삽입 시 고정자가 지탱할 수 있는, 정지 및 위치 포인트로 작용하는 기계 가공된 솔더 피치가 필요합니다. 고정자 반대쪽에 별도 클램프 링을 장착하고 동일한 간격의 4 ~ 12개 패스너로 하우징에 고정해야 합니다. 외형도 도면에 나와 있는 치수를 참고하여 클램핑 표면 영역을 최대화하십시오. 이렇게 하면 고정자에 대한 클램핑 응력이 최소화됩니다. 모든 허용 오차 및 온도 조건에서도 클램핑 링이 하우징에 접촉하기 전에 고정자 코어에 접촉하도록 하우징 보어 깊이를 설계하십시오. 고정자보다 먼저 하우징 표면에 클램핑하면 클램핑 힘이 부족해 집니다. 고정자 허용 오차에 대해서는 외형도 도면을 참조하십시오. 클램핑 압력은 표면 영역 및 클램핑 힘에 따라 달라집니다. 클램핑 압력은 5 ~ 20Mpa(725psi ~ 2900psi) 범위여야 합니다. 과도한 클램핑 압력을 피하도록 주의해야 합니다. 과도한 압력을 가하면 높은 회전 속도에서 작동할 경우 철손이 증가합니다. 또한 클램핑 볼트에 예압이 충분히 가해지도록 주의해야 합니다. 이와 같이 주의하고 이동식 나사산 잠금 장치를 사용하면 장기간 작업한 후에 클램핑 볼트가 느슨해지지 않도록 하는 데 도움이 됩니다.



1. 고객 하우징
2. TBM2G 고정자
3. 고정자 클램프 링

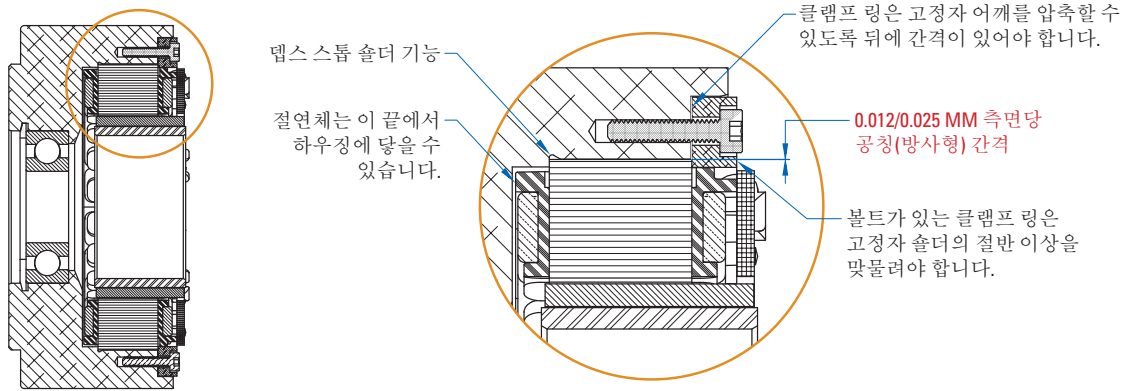


그림 11-2 고정자 클램핑 그림

8.3.4 로터 장착 방식



Kollmorgen의 TBM2G 시리즈 및 기타 프레임리스 브러시리스 모터는 고성능 희토류 자석을 활용합니다. 이 모터를 취급하거나 운반할 때는 다치거나 제품이 손상되는 일이 없도록 특히 주의하십시오. 자화된 로터와 가까이 있는 금속 물체 사이의 인력이 매우 강할 수 있습니다. 잘못 취급하면 예기치 않은 충격이 가해질 수 있습니다. 또한 강력한 자기장은 가까이 있는 컴퓨터, 디스플레이 화면 및 메모리 보관 장치를 손상시킬 수도 있습니다. 로터는 설치할 준비가 될 때까지 배송 컨테이너에 보관하거나 안전하게 포장해 두십시오. 이 방식을 따르면 사고를 방지하고 자석에 붙는 성향이 있는 금속 조각이나 파편과 같은 오염물을 피할 수 있습니다.

8.3.4.1 방사상 런아웃 제어



Kollmorgen의 모델별 외형도 도면은 고정자 OD에 대한 로터 ID 런아웃에 대한 장착 요구 사항을 명시합니다. 이 설명서는 하우징 ID 런아웃에 대한 사용자 샤프트 OD 요구 사항을 나타내기 위한 것입니다. 사용자는 샤프트 본딩 표면 OD와 하우징 본딩 표면 ID 간의 지정된 런아웃 한도를 충족하도록 샤프트, 하우징 및 베어링 시스템을 설계해야 합니다. 이 지침을 따를 경우 고정자 ID에 대한 로터 OD의 전체 동심도가 허용됩니다.

8.3.4.2 로터 본딩

NOTE

접착력을 유지하려면 본딩하기 전에 고정자 및 하우징 표면을 잘 닦아야 합니다. 하우징 재료에 따른 세척 기법에 사용되는 접착제를 안내하는 데이터 시트를 참조하십시오.

일반적으로 피크 토크가 750Nm를 초과하지 않는 응용 분야에서는 로터를 탄소강 또는 스테인리스 스틸 샤프트에 본딩할 수 있습니다. LOCTITE® 640™ 또는 기타 유사한 접착제와 같은 리테이닝 구성 요소에는 일반적으로 매끄럽게 지속되는 인터페이스 직경 및 엄격한 맞춤 허용 오차(예: 공칭 간격 0.012mm~0.025mm)가 필요합니다. 구조용 에폭시는 일반적으로 더 두꺼운 본드 라인을 허용하기 위해 약간 더 큰 맞춤 간격이 필요합니다. 에폭시는 접착제 저장소로 기능하는 샤프트/로터 인터페이스의 홈을 활용하며, 널링 또는 샌드 블라스팅을 통해 텍스처 가공된 표면으로 개선될 수 있습니다. 적절한 본드 라인 두께, 적절한 허용 오차, 공정 세부 사항 및 경화 지침에 대해서는 접착제 제조업체에 문의하십시오.

로터의 자성이 부분적으로 손실되지 않도록 하려면 로터가 일치하는 고정자 내부에 중첩되거나 로터가 철 금속 "키퍼" 고정 장치로 완전히 둘러싸이지 않는 한, 110°C 초과 온도에서 로터/샤프트 결합 연결부를 경화하지 마십시오. 이 주제와 관련해 추가 정보가 필요한 경우 Kollmorgen 엔지니어에게 문의하십시오. 로터를 알루미늄 샤프트에 본딩하기 전에 접착제 제조업체에 지원을 요청하시기 바랍니다. 광범위한 열 속성이 있는 고도로 유연한 접착제가 필요할 수 있습니다.

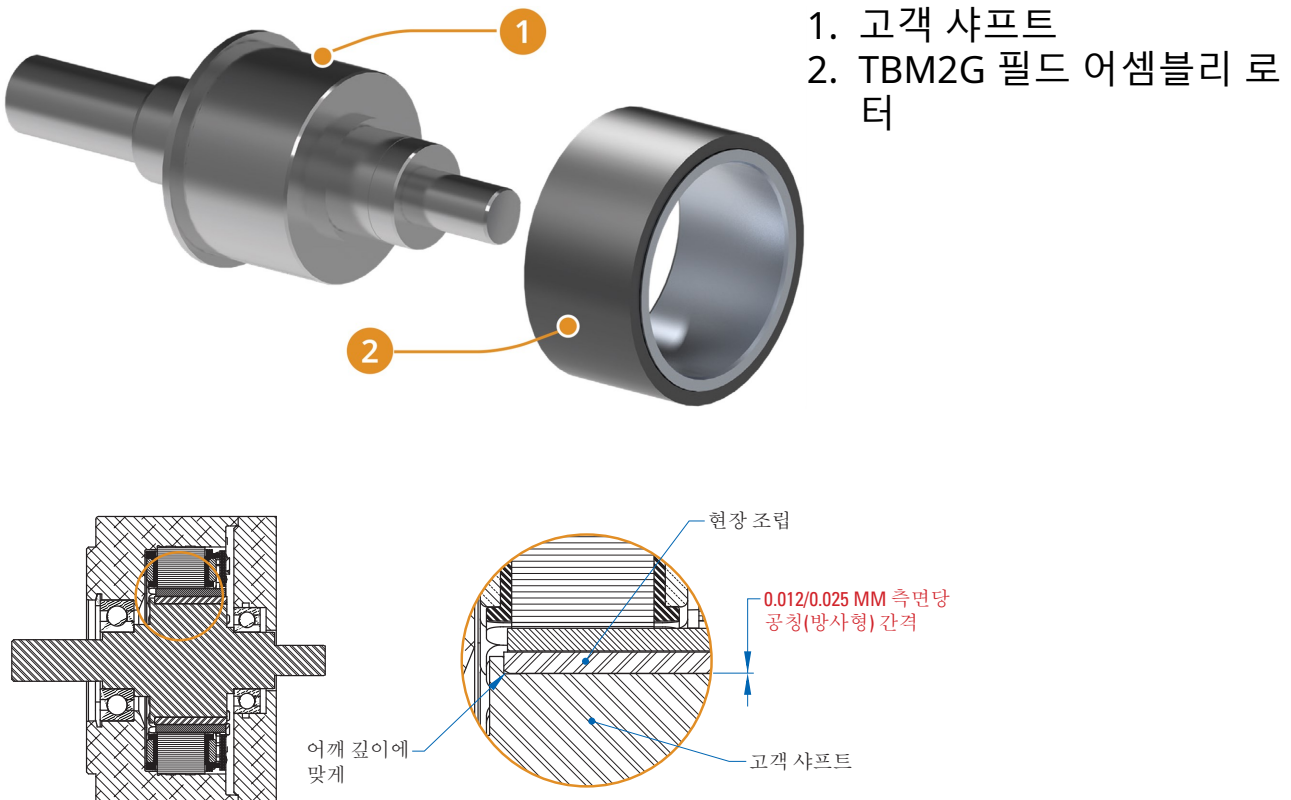


그림 11-3 로터 본딩 그림

8.3.5 축 장착 방식

8.3.5.1 축 정렬 제어

Kollmorgen의 모델별 외형도 도면은 적절한 모터 성능을 위해 장착 시 로터와 고정자 간에 유지해야 하는 축 정렬을 보여 줍니다. 사용자는 지정된 장착 정렬 상태가 되도록 로터 샤프트, 고정자 인클로저 및 베어링 시스템을 설계해야 합니다. 이동식 리테이닝 링을 위해 샤프트 또는 홈에서 기계 가공된 솔더는 로터 설치 위치를 제어하는 일반적인 방법입니다. 리테이닝 링 또는 샤프트 솔더의 최대 직경은 자석이 스틸 허브에 결합될 경우 로터 직경보다 작게 유지해야 합니다.

8.3.6 축 장착

홀 장치가 온전한 성능을 발휘하고 적절하게 트리거링되도록 Kollmorgen에서는 라미네이션 스택 가장자리와 요크 링 가장자리 사이에 장착 치수를 지정합니다[Kollmorgen].

이 장착 치수는 자성체가 라미네이션 스택을 완전히 덮도록 보장하며, 해당되는 경우 홀 장치를 트리거하기 위해 축 방향으로 연장되도록 합니다.

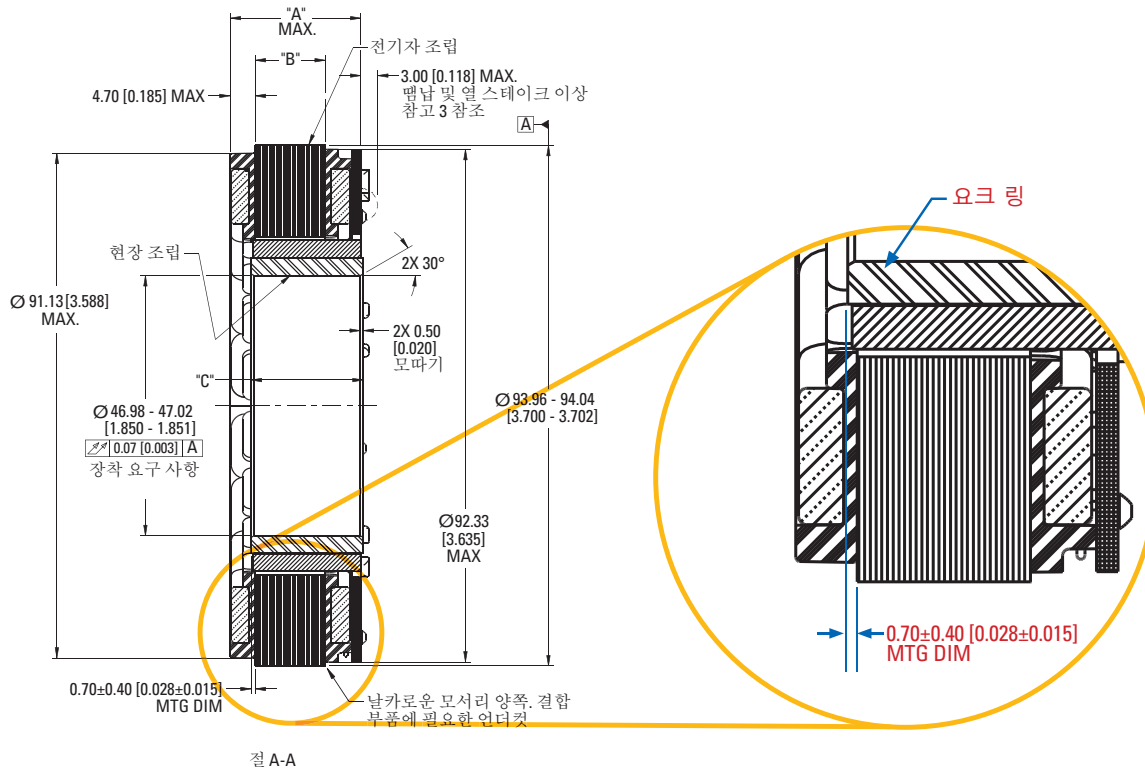


그림 11-4 TBM2G-068XXX-XXXX-00 외형도에 표시된 장착 치수의 그림. 이 치수는 라미네이션 스택의 왼쪽 가장자리부터 요크 재료(자석 아님)의 왼쪽 가장자리까지 측정한 것입니다.

라미네이션 스택의 다른 쪽에서 대체 장착 치수를 설정하고 싶다면 도면에 나와 있는 몇 개의 매개변수를 사용하여 공칭 값을 계산할 수 있습니다. 라미네이션 스택의 오른쪽 가장자리에서 요크 재료의 오른쪽 가장자리까지의 공칭 값을 계산하려면 아래 방정식을 사용하십시오.

$$\text{대체 장착 치수 (mm, 공칭)} = "C" - "B" - 0.70\text{mm}$$

대체 장착 치수 계산의 예시를 제공하기 위해 사용한 것은 다음과 같습니다.

- [그림 11-4](#)의 TBM2G-068XXX-XXXX-00 외형도에 나와 있는 TBM2G-06813-00의 치수
- 대체 장착 치수 방정식
- [그림 11-5](#)에서 볼 수 있듯이, “B” 및 “C”의 값이 나와 있는 TBM2G-068 외형도 관련 표

Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ±0.35 [0.014]	"C" ±0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

그림 11-5 TBM2G-068XXX-XXXX-00 외형도에 나와 있는 “A” 최댓값, “B” 값, “C” 값의 표

예:

TBM2G-06813-00, “B” = 12.7mm 공칭 및 “C” = 19.26mm 공칭 원래 장착 치수인 0.70mm 공칭은 외형도에 미리 제공되어 있습니다. 이 방정식을 사용하여 다음과 같이 계산합니다.

대체 장착 치수 (mm) = 19.26mm - 12.7mm - 0.70mm = 5.86mm
공칭

8.3.7 전기 배선 인터페이스

8.3.7.1 배선

TBM2G 시리즈 모터에는 UL 규격 비단절 플라이 리드 와이어가 함께 제공될 수 있습니다. 사용자는 Kollmorgen 도면에 표시된 다이어그램에 따라 적절한 리드 와이어 라우팅 및 연결을 수행해야 합니다. 절연체를 뚫을 수 있으므로 와이어가 날카로운 모서리, 손가락 끝 또는 가장자리를 지나가지 않도록 합니다. 진동이 많이 발생하는 환경에서는 절연체를 마모시킬 수 있으므로 와이어 번들을 클램핑하거나 다른 방식으로 고정하고, 움직이거나 진동하는 표면에 와이어가 닿지 않도록 합니다. 모든 와이어 번들에 대한 변형 방지장치를 제공하고 넉넉한 굽힘 반경을 위한 공간을 확보하십시오. TBM2G 외형도 도면에 표시된 구성을 벗어나는 커넥터 설치, 크림핑, 납땜, 차폐, 슬리핑 또는 기타 와이어 번들링이나 전기 인터페이스 개선은 사용자가 책임집니다.

8.3.7.2 리드 와이어 요구 사항(리드 없는 옵션)

패드에 리드 와이어를 납땜할 때의 권장 사항/지침

8.3.7.3 전력 리드 일반 사양 및 배선

전력 리드 일반 사양

모터	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
타입	플라이 리드 3개						
길이, mm*	500						
전선 게이지, AWG	20	20	20	18	16	14	14
공칭 절연 직경, mm	1.47	1.47	1.47	1.70	1.98	2.26	2.26
최소 정적 굽힘 반경, mm	7.37	7.37	7.37	8.51	9.91	11.3	11.3

*리드 없는 버전 옵션(납땜 패드 전용)

전력 리드 전기 인터페이스

색상	기능(대체)
빨간색	위상 U(A)
흰색	위상 V(B)
검은색	위상 W(C)

전력 리드 여기 차트			
단계	위상 "U" 빨간색	위상 "V" 흰색	위상 "W" 검은색
1	⊕	⊖	
2	⊕		⊖
3		⊕	⊖
4	⊖	⊕	
5	⊖		⊕
6		⊖	⊕

PCB/리드 출구 엔드에서 확인한 CW 회전

8.3.7.4 열 장치 일반 사양 및 배선

까다로운 응용 분야에서도 TBM2G 시리즈 모터가 계속해서 안전하게 작동할 수 있도록 통합형 서미스터가 PCBA에 연결될 수 있습니다. TBM2G에 대한 일반적인 옵션은 PT1000 RTD입니다. 대안으로, 유선으로 연결된 3개의 PTC 장치가 연속으로 각 위상에 배치되어 각 위상을 보호합니다.

열 리드 일반 사양

모터	TBM2G-050	TBM2G-060	TBM2G-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
타입	플라잉 리드 2개						
길이, mm*	500						
전선 게이지, AWG	26	26	26	26	26	26	26
공칭 절연 직경, mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
최소 정적 굽힘 반경, mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*리드 없는 버전 옵션(납땜 패드 전용)

열 리드 전기 인터페이스

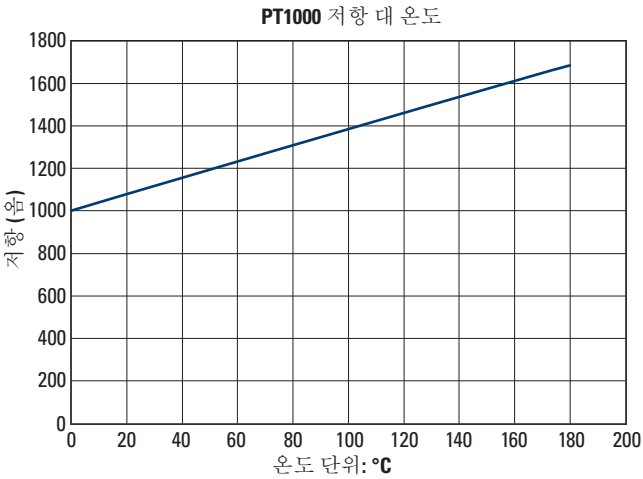
색상	기능(대체)
흰색	열 센서 +
흰색	열 센서 -

8.3.7.4.1 열 보호

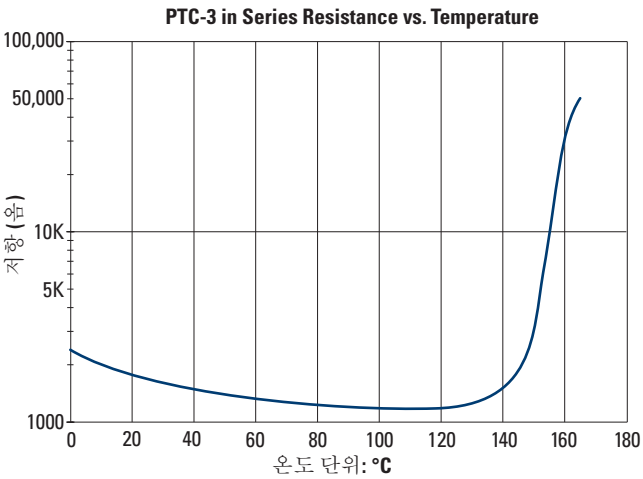
연속 작동을 위해 두 가지 열 보호 방법이 있습니다. 첫 번째 방법에서는 PT1000을 사용하여 모터 온도를 연속적으로 측정할 수 있습니다. 모터 온도는 IEC-60751에 따라 PT1000 저항을 측정하여 결정됩니다(아래 차트 참조). 1개의 장치만 사용할 수 있으므로 이 방법은 모터 위상 중 1개만 모니터링할 수 있습니다. 따라서 모터가 장기간 동안 정지 상태로 있는 분야에서는 권장되지 않습니다.

두 번째 방법에서는 3개의 애벌런치 PTC를 연속으로 사용합니다. 어떤 위상도 모터의 정격 온도를 초과하지 않도록 하기 위해 3개의 각 위상을 모니터링하는 1개의 PTC가 있습니다. 상대적으로 긴 시간 동안 모터가 정지 상태를 유지하는 경우 이 옵션을 선택해야 합니다. 정상 작동 중에 장치 저항은 1,500옴 미만으로 유지됩니다. 1개의 위상이 155°C에 도달하면 저항은 빠르게 증가하여 7,000옴을 초과하게 됩니다.

두 방법 모두 연속 정격 이상의 전류가 가해질 때 모터가 가열되지 않도록 보호하지는 않습니다. 열 장치는 피크 전류가 가해질 때 발생하는 온도 변화율에 대처할 만큼 빠른 속도로 반응할 수 없습니다. 드라이브는 모터에 가해진 피크 전류 시간을 제한하여 과열을 방지해야 합니다.



이 옵션에는 PT1000만 연속으로 있으며 위 그래프에 표시된 것처럼 동일한 출력을 제공합니다.



이 옵션에는 3개의 다른 위상이 있는 3개의 PTC가 연속으로 있습니다. 위상 중 하나가 모터 정격 온도에 도달하면 저항이 크게 높아집니다.

8.3.7.5 홀 센서 장치 일반 사양 및 배선

홀 센서 일반 사양

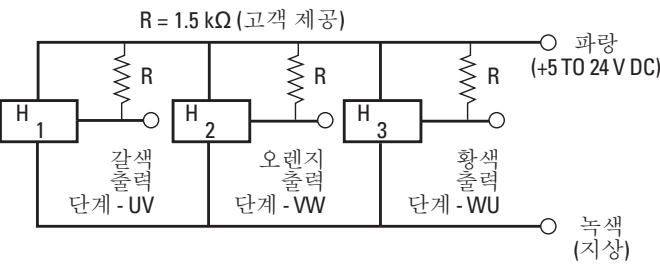
모터	TBM2G-050	TBM2G-060	TBMG-068	TBM2G-076	TBM2G-085	TBM2G-094	TBM2G-115
타입	플라잉 리드 5개, Allegro A1260						
입력 전압, VDC	+5 ~ 24						
출력 신호	싱크 타입						
길이, mm*	500						
전선 게이지, AWG	26	26	26	26	26	26	26
공칭 절연 직경, mm	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
최소 정적 굽힘 반경, mm	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95	4.95

*리드 없는 버전 옵션(납땜 패드 전용)

홀 센서 리드 전기 인터페이스

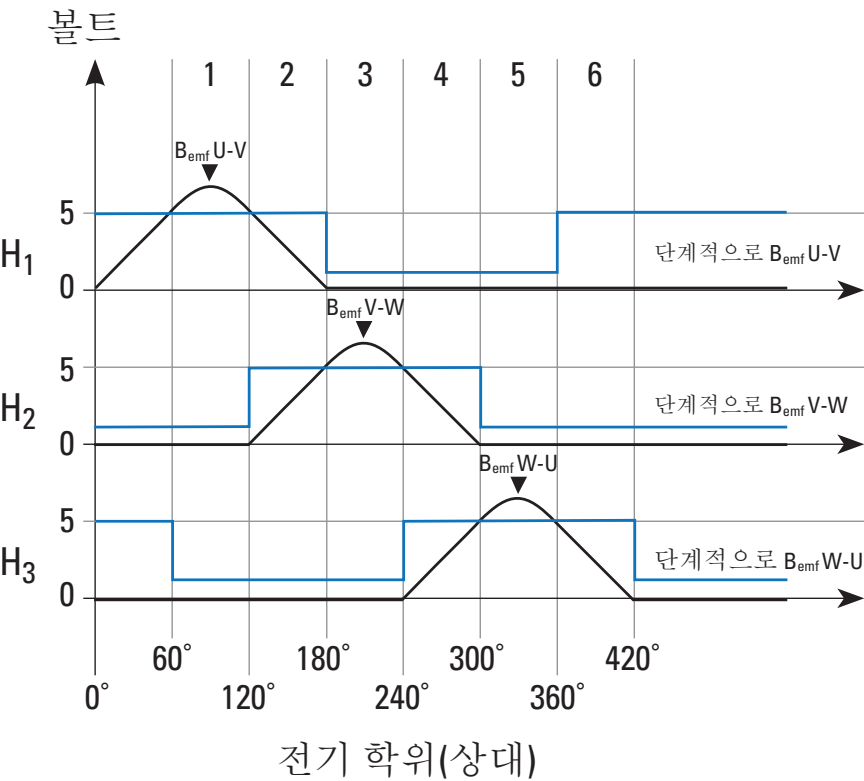
색상	기능(대체)
갈색	홀 1(U-V)
주황색	홀 2(V-W)
노란색	홀 3(W-U)
파란색	+5 ~ 24 VDC
녹색	접지

센서 배선 다이어그램



센서 출력 다이어그램

PCB/리드 출구 엔드에서 본 CW 회전을 위한 U, V, W 위상



8.4 기술 데이터 용어 정의

최대 연속 정지 토크, T_{mc} [Nm]:	최대 연속 정지 토크는 낮은 속도의 정격 주변 상황에서 무한정 유지될 수 있습니다. 여러 위상 간에 열 분산을 발생할 만큼 속도가 충분히 높지 않을 경우 추가적인 감소가 나타날 수 있습니다. 이 값은 주변 온도를 25°C로 가정합니다.
최대 연속 전류, I_{mc} [Arms]:	최대 연속 전류는 모터가 낮은 속도에서 최대 연속 정지 토크를 생성하기 위해 전류를 인출하는 효과적인 사인곡선 전류입니다.
최대 기계 속도, N_{max} [rpm]:	최대 기계 속도는 모터를 통해 도달할 수 있는 최대 속도입니다. 자석 결합의 접착 강도와 같은 기계적 요소에 의해 제한됩니다.
피크 토크, T_p [Nm]:	피크 토크는 주변 상황 및 전반적인 듀티 사이클에 따라 짧은 기간 동안 유지될 수 있습니다. 이 값 또한 드라이브 사양 및 공급 전압에 따라 제한될 수 있습니다.
피크 전류, I_p [Arms]:	모터의 피크 전류(유효 사인곡선 값)는 연속 전류의 3배입니다. 실제 값은 모터의 피크 전류 또는 사용되는 드라이브의 피크 전류 중에서 더 작은 값입니다.
정격 토크, T_{rtd} [Nm]:	정격 토크는 모터가 정격 속도에서 정격 전류를 인출할 때 생성됩니다. 정격 토크는 연속 작업에서 정격 속도일 때 무한정 생성될 수 있습니다(N_{rtd}). 이 값은 주변 온도를 25°C로 가정합니다.
토크 상수, K_t [Nm/Arms]:	토크 상수는 전류 단위당 모터가 생성하는 토크의 양을 정의합니다. 25°C 주변 온도 및 155°C 권선 온도 둘 다에서 측정됩니다.
역 EMF 상수, K_e [Vrms/krpm]:	BEMF 상수는 유도된 모터 역 EMF를 두 단자 간의 유효 사인곡선 값(1000rpm 기준)으로 정의합니다. 25°C 주변 온도 및 155°C 권선 온도 둘 다에서 측정됩니다.

모터 상수, Km [Nm/√W]:	이 상수는 일반적으로 정지 상태 또는 거의 정지 상태일 때의 모터 전력 밀도를 비교하는 데 사용됩니다. 모터가 지정된 전력 양으로 생성할 수 있는 토크의 양을 정의합니다. 이 값은 25°C 권선 온도에서 Kt 및 저항에 따라 지정됩니다.
저항, Rm [Ω]:	저항은 PC 보드에서 라인 간에 측정됩니다. 이 값에는 모터 리드의 저항이 포함되지 않습니다. 저항 값은 25°C에서 측정되며 권선 온도에 따라 증가합니다.
인덕턴스, L [mH]:	인덕턴스는 PC 보드에서 라인 간에 측정됩니다. 이것은 로터 위치에 대한 모터의 평균 인덕턴스입니다. 이 값은 25°C 권선 온도에서 측정됩니다.
로터 관성 모멘트, Jm [kg-cm²]:	로터 관성 모멘트는 모터의 각도 가속을 고려합니다. 이 값은 표준 필드 어셈블리 구성 요소(요크 링 및 링 자석)와만 관련이 있습니다. 고객이 제공한 구성 요소는 총 관성을 변경합니다.
정지 마찰, Tf [Nm]:	정지 마찰은 모터를 회전시키기 위해 극복해야 하는 토크입니다. 저속 이력현상 손실 및 피크 코깅 토크가 조합된 것입니다. 시스템의 베어링 손실은 포함되지 않습니다. 이 마찰은 특정 속도에서 모터의 회전 손실을 계산할 때는 포함하지 않아야 합니다.
열 저항, Rthw-a [deg. C/watt]:	열 저항은 손실에서 방출된 에너지 단위별 안정 상태 온도 증가 측정값입니다. 이 값은 TBM2G 모터가 해당 CD 시트 또는 동급의 시트에 정의된 대로 알루미늄 열 싱크에 하우징 및 장착되었다고 가정합니다.

9 Technical Data

This section contains technical specifications, performance curves, outline drawings, and optional lead specifications for each frame size. To support this information there are tables which provide translations of terminology.

Jump to a section in this chapter:

- "Motor Terminology" (→ p. 249)
- "Brake Terminology" (→ p. 251)
- "TBM2G-050 Data & Drawings" (→ p. 252)
- "TBM2G-060 Data & Drawings" (→ p. 262)
- "TBM2G-068 Data & Drawings" (→ p. 272)
- "TBM2G-076 Data & Drawings" (→ p. 282)
- "TBM2G-085 Data & Drawings" (→ p. 292)
- "TBM2G-094 Data & Drawings" (→ p. 302)
- "TBM2G-115 Data & Drawings" (→ p. 312)

9.1 Dictionary for technical data tables

9.1.1 Motor Terminology

English	Deutsch	Español	Français	Italiano	中文	日本	한국인
Axial load permitted	Zulässige Axialkraft	Fuerza axial admitido	Charge axiale admissible	Soll. assiale ammessa	允许的轴载荷	許容軸荷重	허용되는 축 하중
Back EMF Constant	Gegen-EMK-Konstante	Constante EMF posterior	Back EMF Constant	Back EMF Constant	反电动势常数	逆起電圧定数	역 EMF 상수
Data	Daten	Datos	Caractéristiques	Dati	数据	データ	데이터
Derating for feedback, brake, shaft seal	Begrenzung der Nennwerte bei eingebautem Encoder (und Bremse)	El reducir la capacidad normal en caso de codificador (y de freno) incorporados	Réduction de puissance pour la rétroaction, le frein, le joint d'arbre	Riducendo le imposte nel caso del codificatore (e del freno) incorporati	反馈器、制动器、轴封的降额	フィードバックのディレーティング、ブレーキ、シャフトシール	피드백, 브레이크, 샤프트 씬에 대한 감소
Electrical data	Elektrische Daten	Datos eléctricos	Caractéristiques électriques	Dati elettrici	电气数据	電氣的データ	전기 데이터
Inductance	Induktivität	Inductance	Inductance	Inductance	电感	インダクタンス	인덕턴스
max. Mains voltage	max. Netz-Nennspannung	Tensión max del red	Tension secteur max.	Tensione di rete nom. max.	最大主电源电压	最大主電圧	최대주 전압
Maximum Continuous Current	Maximaler Dauerstrom	Maximum Continuous Current	Maximum Continuous Current	Maximum Continuous Current	最大连续电流	最大連続電流	최대 연속 전류
Maximum Continuous Stall Torque	Maximales Dauerstillstandsmoment	Maximum Continuous Stall Torque	Maximum Continuous Stall Torque	Maximum Continuous Stall Torque	最大连续失速转矩	最大連続ストールトルク	최대 연속 정지 토크
Mechanical data	Mechanische Daten	Datos mecánicos	Caractéristiques mécaniques	Dati meccanici	机械数据	機械データ	기계 데이터
Minimum cross section	Minimaler Querschnitt	Sección máx.	Section minimale	Sezione max.	最小截面	最小断面	최소 횡단면

English	Deutsch	Español	Français	Italiano	中文	日本	한국인
Motor Constant	Motorkonstante	Motor Constant	Motor Constant	Motor Constant	电机常数	モータ定数	모터 상수
Number of Poles	Polzahl	N° de polos	Nombre de pôles	Numero di poli	极数	極数	극수
Peak current	Spitzenstrom	Corriente máxima	Courant de crête	Corrente di picco	峰值电流	最大電流	피크 전류
Peak torque	Spitzendrehmoment	Par motor motor máximo	Couple de crête	Coppia di picco	峰值转矩	最大トルク	피크 토크
Radial load permitted at shaft end	Zulässige Radialkraft am Wellenende	Fuerza radial admitida en el extremo del eje	Charge radiale admissible en bout d'arbre	Soll. radiale ammessa sull estr. dell'albero	轴端允许径向载荷	軸端の許容ラジアル荷重	샤프트 엔드에서 허용되는 방사형 하중
Rated power	Nennleistung	Potencia nominal	Puissance nominale	Potenza nominale	额定功率	定格出力	정격 전력
Rated speed	Nenndrehzahl	Velocidad nominal	Vitesse nominale	Velocità nominale	额定转速	定格速度	정격 속도
Rated torque	Nenndrehmoment	Par motor nominal	Couple nominal	Coppia nominale	额定转矩	定格トルク	정격 토크
Reference flange	Bemessungsflansch	Brida de la referencia	Bride de référence	Flangia di calcolo	参考法兰	リファレンスフランジ	참조 플랜지
Resistance	Widerstand	Resistance	Resistance	Resistance	电阻	抵抗	저항
Rotor moment of inertia	Rotorträgheitsmoment	Momento de inercia del rotor	Moment d'inertie du rotor	Momento di inerzia del rotore	转子转动惯量	内部ローターモーメント	로터 관성 모멘트
Standstill current	Stillstandsstrom	Corriente de parada	Courant d'arrêt	Corrente cont. allo stallo	堵转电流	停止電流	정지 전류
Standstill torque	Stillstandsrehmoment	Par motor de parada	Couple d'arrêt	Coppia cont. allo stallo	堵转转矩	停動トルク	정지 토크
Static Friction	Statische Reibung	Static Friction	Static Friction	Static Friction	静摩擦力	静摩擦力	정지 마찰
Static friction torque	Statisches Reibmoment	Par estático de fricción	Couple de friction statique	Momento di aderenza statica	静摩擦转矩	静摩擦トルク	정지 마찰 토크
Symbol [Unit]	Symbol [Einheit]	Símbolo [unidad]	Symbole [unité]	Simbolo [unità]	符号 [单位]	記号[単位]	기호[단위]
Thermal Resistance	Wärmewiderstand	Thermal Resistance	Thermal Resistance	Thermal Resistance	热阻	熱抵抗	열 저항
Thermal time constant	Thermische Zeitkonstante	Constante térmica de tiempo	Constante de temps thermique	Costante di tempo termica	热时间常数	熱時定数	열 시간 상수
Torque constant	Drehmomentkonstante	Constante de par motor	Constante de couple	Costante di coppia	转矩常数	トルク定数	토크 상수

English	Deutsch	Español	Français	Italiano	中文	日本	한국인
Voltage constant	Spannungskonstante	Constante de tensión	Constante de tension	Costante di tensione	电压常数	電圧定数	전압 상수
Weight standard	Gewicht standard	Peso de estándar	Poids standard	Peso standard	标准重量	標準の重量	무게 표준
Winding inductance	Wicklungsinduktivität	Inductividad de la bobina	Inductance de l'enroulement	Induttività avvolgimento	绕组电感	巻線のインダクタンス	권선 인덕턴스
Winding resistance	Wicklungswiderstand	Resistencia de la bobina	Résistance de l'enroulement	Resistenza avvolgimento	绕组电阻	巻線の抵抗	권선 저항

9.1.2 Brake Terminology

English	Deutsch	Español	Français	Italiano	中文	日本	한국인
Brake data	Bremsendaten	Datos de frenos	Caractéristiques du frein	Dati freno	制动器数据	ブレーキデータ	브레이크 데이터
Electrical power	Elektrische Leistung	Potencia eléctrica	Puissance électrique	Potenza elettrica	电源	電力	전력
Engage delay time	Einfallverzögerungszeit	Tiempo de reacción	Délai d'attente de serrage	Ritardo all'incidenza	启用延迟时间	エンゲージディレイタイム	사용 지연 시간
Holding torque	Haltemoment	Momento de parada	Couple de maintien	Coppia di arresto	保持转矩	保持トルク	고정 토크
Moment of inertia	Trägheitsmoment	Momento de inercia	Moment d'inertie	Momento d'inerzia	转动惯量	内部モーメント	관성 모멘트
Operating voltage	Anschlussspannung	Tensión de conexión	Tension de service	Tensione di allacciamento	工作电压	稼働電圧	작동 전압
Release delay time	Lüftverzögerungszeit	Tiempo de respuesta	Délai d'attente de desserrage	Ritardo al rilascio	释放延迟时间	解除遅延時間	해제 지연 시간
Typical backlash	typisches Spiel	Contragolpe típico	Jeu typique	Gioco tipico	典型齿隙	典型的なバックラッシュ	일반 백래시
Weight of the brake	Gewicht der Bremse	Peso de freno	Poids du frein	Peso del freno	制动器重量	ブレーキ重量	브레이크 무게

9.2 TBM2G-050 Data & Drawings

9.2.1 TBM2G-05008 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.27	0.27	0.27
			lb-in	2.39	2.39	2.39
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.31	6.61	11.5
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.20	0.20	0.20
			lb-in	1.76	1.76	1.76
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.30	4.59	7.95
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	0.72	0.72	0.72
			lb-in	6.4	6.4	6.4
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	9.9	19.8	34.2
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.19	0.17	0.16
			lb-in	1.67	1.55	1.43
Rated Speed		Nrtd	rpm	2300	5200	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.045	0.095	0.135
			Hp	0.061	0.128	0.181
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.27	0.26	0.24
			lb-in	2.35	2.26	2.17
Rated Speed		Nrtd	rpm	1800	4900	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.050	0.131	0.205
			Hp	0.067	0.176	0.275
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.17	0.16	0.16
			lb-in	1.55	1.43	1.42
Rated Speed		Nrtd	rpm	5200	8000	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.095	0.135	0.135
			Hp	0.128	0.181	0.181

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.26	0.24	0.24
			lb-in	2.26	2.17	2.16
Rated Speed		Nrtd	rpm	4900	8000	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.131	0.205	0.205
			Hp	0.176	0.275	0.274
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.081	0.040	0.023
			lb-in/Arms	0.72	0.36	0.21
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.090	0.045	0.026
			lb-in/Arms	0.80	0.40	0.23
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	4.89	2.45	1.41
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	5.44	2.72	1.57
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.061	0.061	0.061
			lb-in/ $\sqrt{W}$	0.54	0.54	0.54
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.47	0.37	0.12
Inductance Q-Axis (line-line)(6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	0.86	0.22	0.07

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.079
		lb-in-s ²	6.99E-05
Weight (7)	W	kg	0.111
		lb	0.245
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	3.60
Pole Pairs	PP		7
Heatsink Size	4" x 3.75" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.26" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.2.2 TBM2G-05013 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.38	0.38	0.38
			lb-in	3.39	3.33	3.33
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.09	6.08	10.5
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.30	0.29	0.29
			lb-in	2.61	2.57	2.57
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.25	4.43	7.67
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	1.03	1.01	1.01
			lb-in	9.1	9.0	9.0
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	9.2	18.2	31.5
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.28	0.26	0.23
			lb-in	2.51	2.30	2.05
Rated Speed		Nrtd	rpm	1400	3400	6300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.042	0.092	0.153
			Hp	0.056	0.124	0.205
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.38	0.36	0.34
			lb-in	3.34	3.17	2.99
Rated Speed		Nrtd	rpm	1100	3100	6100
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.043	0.116	0.216
			Hp	0.058	0.156	0.290
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.26	0.22	0.21
			lb-in	2.34	1.97	1.90
Rated Speed		Nrtd	rpm	3400	7300	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.094	0.170	0.180
			Hp	0.126	0.228	0.241

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.36	0.33	0.32
			lb-in	3.22	2.93	2.87
Rated Speed		Nrtd	rpm	3100	7200	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.118	0.249	0.271
			Hp	0.159	0.334	0.364
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.122	0.061	0.035
			lb-in/Arms	1.08	0.54	0.31
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.136	0.068	0.039
			lb-in/Arms	1.21	0.60	0.35
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	7.36	3.68	2.12
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	8.24	4.12	2.38
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.083	0.082	0.082
			lb-in/ $\sqrt{W}$	0.74	0.73	0.73
Resistance (line-line) (5)(6)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.78	0.46	0.15
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.24	0.31	0.10

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.104
		lb-in-s ²	9.20E-05
Weight (7)	W	kg	0.149
		lb	0.328
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	3.40
Pole Pairs	PP		7
Heatsink Size	4" x 3.75" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.44" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.2.3 TBM2G-05026 Frameless Motor Specifications

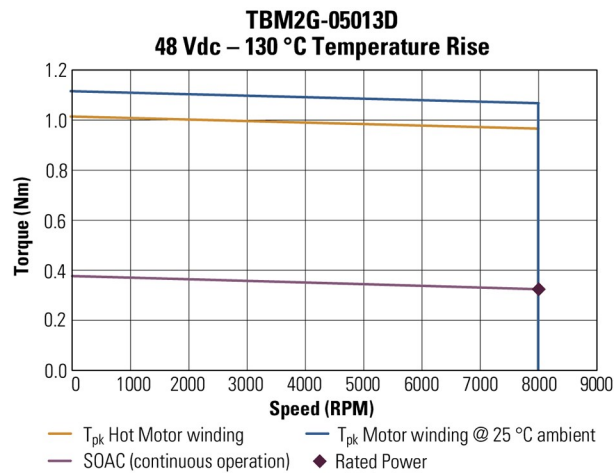
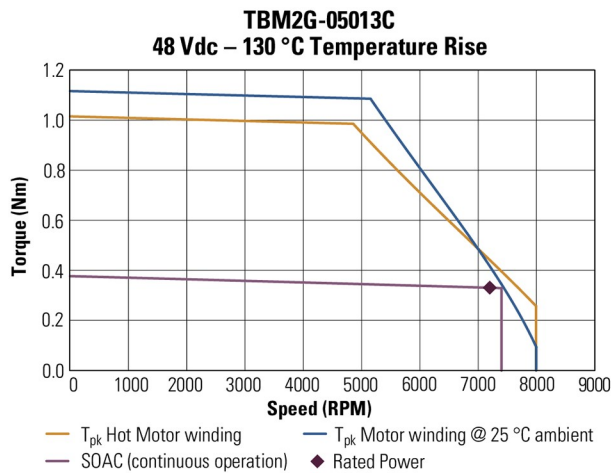
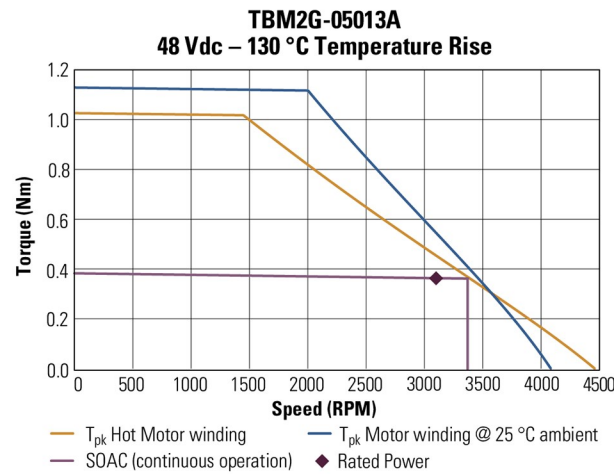
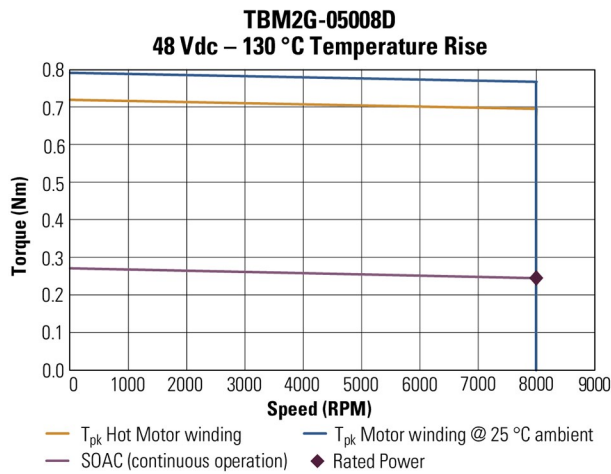
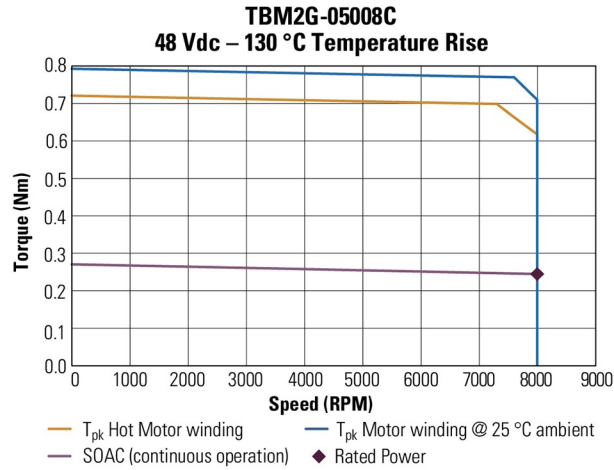
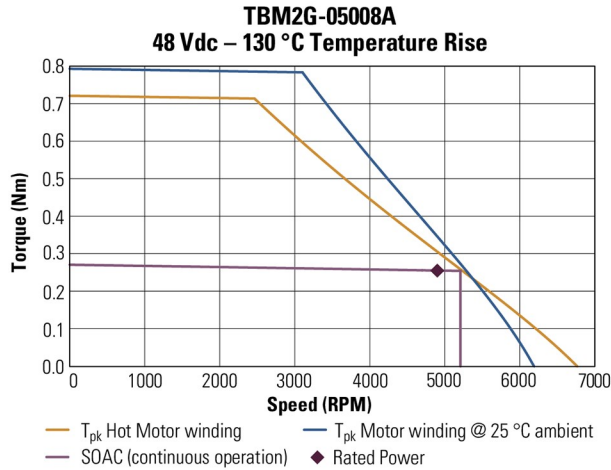
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.64	0.64	0.64
			lb-in	5.66	5.62	5.62
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	2.59	5.18	8.96
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.48	0.48	0.48
			lb-in	4.28	4.28	4.28
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	1.86	3.73	6.45
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	1.74	1.75	1.75
			lb-in	15.4	15.5	15.5
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	7.7	15.5	26.8
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.47	0.45	0.41
			lb-in	4.18	3.96	3.64
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1600	3100
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.030	0.075	0.134
			Hp	0.040	0.101	0.179
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.63	0.62	0.59
			lb-in	5.59	5.45	5.21
Rated Speed		Nrtd	rpm	300	1400	2900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.020	0.090	0.179
			Hp	0.027	0.121	0.240
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.45	0.40	0.33
			lb-in	3.96	3.54	2.89
Rated Speed		Nrtd	rpm	1600	3600	6600
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.075	0.151	0.225
			Hp	0.100	0.202	0.302

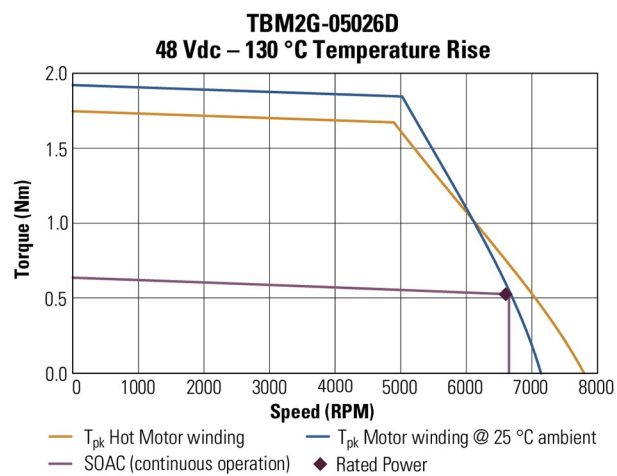
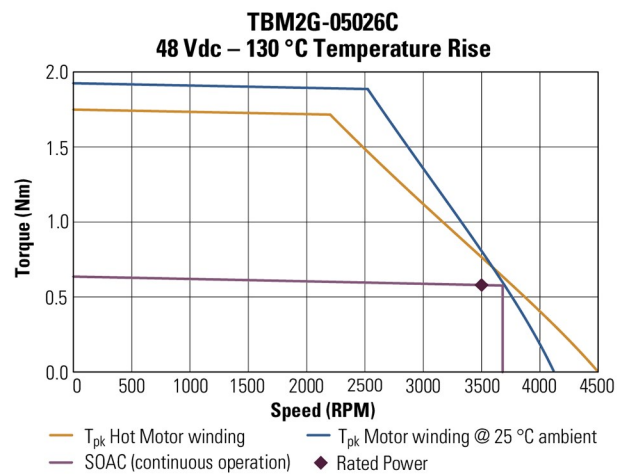
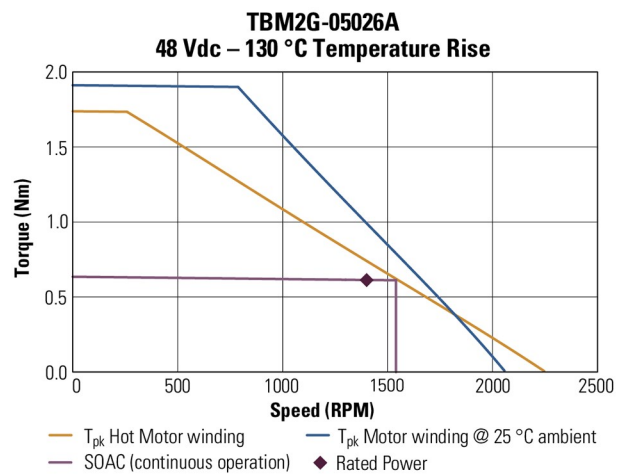
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.62	0.58	0.53
			lb-in	5.44	5.14	4.65
Rated Speed		Nrtd	rpm	1400	3500	6600
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.090	0.213	0.363
			Hp	0.121	0.286	0.487
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.241	0.121	0.070
			lb-in/Arms	2.13	1.07	0.62
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.270	0.135	0.078
			lb-in/Arms	2.39	1.19	0.69
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	14.6	7.29	4.21
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	16.3	8.16	4.71
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.128	0.128	0.128
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.13	1.13	1.13
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	2.97	0.74	0.25
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	2.38	0.59	0.20

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.176
		lb-in-s ²	1.56E-04
Weight (7)	W	kg	0.260
		lb	0.573
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.90
Pole Pairs	PP		7
Heatsink Size	4" x 3.75" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.97" x 0.25" Aluminum Housing		

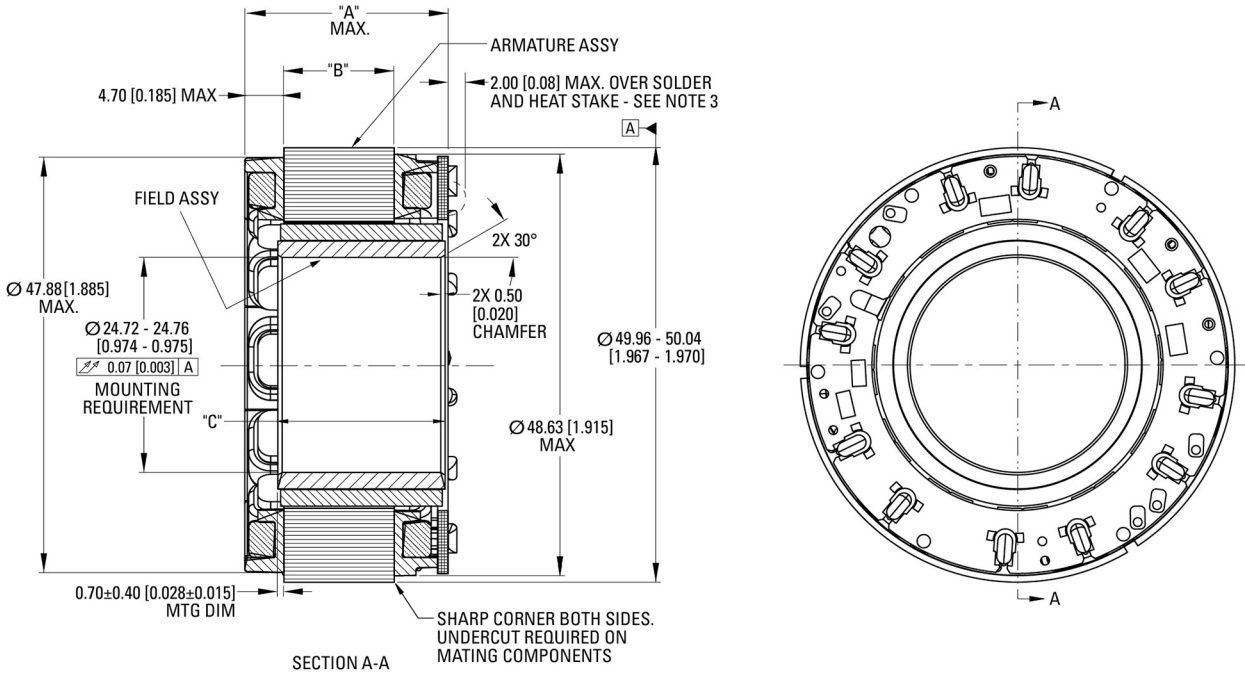
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.2.4 TBM2G-050 Frameless Motor Performance Curves





9.2.5 TBM2G-050 Frameless Motor Outline Drawing



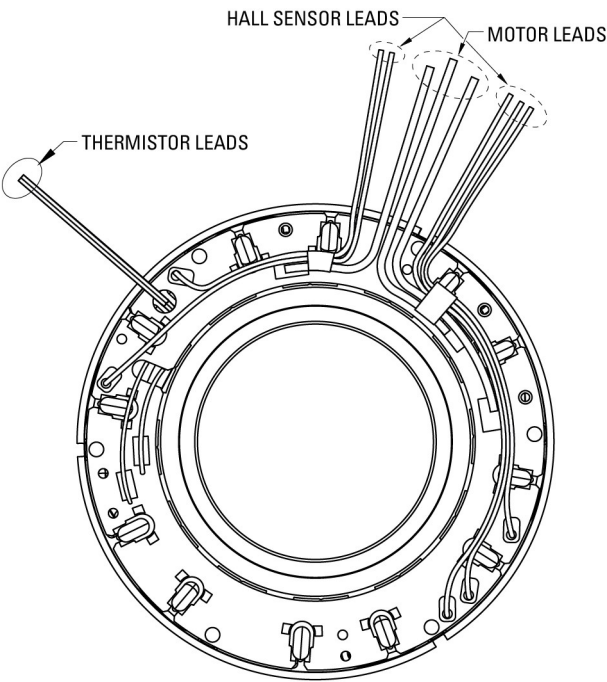
Stack Specific Dimensional Data

MODEL	"A" MAX.	"B" REF ±0.35 [0.014]	"C" ±0.08 [0.004]
TBM2G-05008	19.84 [0.781]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-05013	24.34 [0.958]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-05026	37.94 [1.494]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.2.6 TBM2G-050 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#20 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 7.37 [0.290]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.3 TBM2G-060 Data & Drawings

9.3.1 TBM2G-06008 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.45	0.45	0.45
			lb-in	3.97	3.97	3.97
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.73	7.46	12.9
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.35	0.35	0.35
			lb-in	3.06	3.06	3.06
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.67	5.34	9.25
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	1.22	1.22	1.22
			lb-in	10.8	10.8	10.8
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	11.1	22.3	38.6
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.33	0.31	0.28
			lb-in	2.91	2.71	2.49
Rated Speed		Nrtd	rpm	1400	3400	6300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.048	0.109	0.185
			Hp	0.065	0.146	0.249
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.44	0.43	0.41
			lb-in	3.92	3.79	3.64
Rated Speed		Nrtd	rpm	1000	3100	6000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.046	0.139	0.258
			Hp	0.062	0.187	0.347
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.28	0.22	0.25
			lb-in	2.51	1.92	2.23
Rated Speed		Nrtd	rpm	3400	7500	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.101	0.171	0.211
			Hp	0.135	0.229	0.283

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.42	0.39	0.39
			lb-in	3.73	3.41	3.48
Rated Speed		Nrtd	rpm	3100	7200	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.137	0.291	0.329
			Hp	0.183	0.390	0.442
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.121	0.061	0.035
			lb-in/Arms	1.07	0.54	0.31
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.135	0.067	0.039
			lb-in/Arms	1.19	0.60	0.34
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	7.33	3.66	2.11
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	8.15	4.07	2.35
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/√W	0.087	0.087	0.087
			lb-in/√W	0.77	0.77	0.077
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.60	0.400	0.133
Inductance Q-Axis (line-line)	+/- 20%	Lqll	mH	1.06	0.27	0.09

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm2	0.137
		lb-in-s2	1.21E-04
Weight (7)	W	kg	0.139
		lb	0.306
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.60
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	5" x 5" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.15" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.3.2 TBM2G-06013 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.60	0.60	0.60
			lb-in	5.30	5.30	5.30
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.38	6.75	11.7
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.46	0.46	0.46
			lb-in	4.10	4.10	4.10
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.42	4.85	8.39
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	1.67	1.67	1.67
			lb-in	14.8	14.8	14.8
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	10.1	20.2	35.0
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.44	0.42	0.39
			lb-in	3.94	3.71	3.43
Rated Speed		Nrtd	rpm	900	2200	4200
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.042	0.097	0.171
			Hp	0.056	0.130	0.229
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.59	0.58	0.56
			lb-in	5.25	5.11	4.92
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	2000	4000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.037	0.121	0.223
			Hp	0.050	0.162	0.312
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.39	0.31	0.27
			lb-in	3.47	2.74	2.43
Rated Speed		Nrtd	rpm	2300	5100	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.094	0.165	0.230
			Hp	0.126	0.221	0.309

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.57	0.53	0.50
			lb-in	5.03	4.65	4.38
Rated Speed		Nrtd	rpm	2000	4800	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.119	0.264	0.415
			Hp	0.160	0.355	0.556
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.177	0.089	0.051
			lb-in/Arms	1.57	0.78	0.45
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.199	0.099	0.057
			lb-in/Arms	1.76	0.88	0.51
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	10.72	5.36	3.09
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	12.0	6.00	3.47
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.114	0.114	0.114
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.01	1.01	1.01
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	2.01	0.503	0.168
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.55	0.39	0.13

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.147
		lb-in-s ²	1.30E-04
Weight (7)	W	kg	0.195
		lb	0.430
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.52
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	5" x 5" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.33" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.3.3 TBM2G-06026 Frameless Motor Specifications

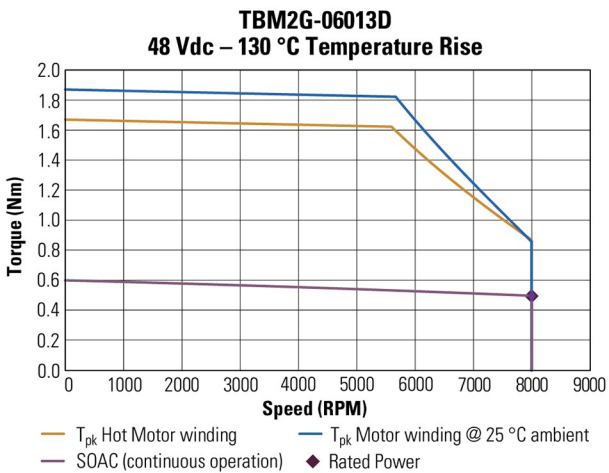
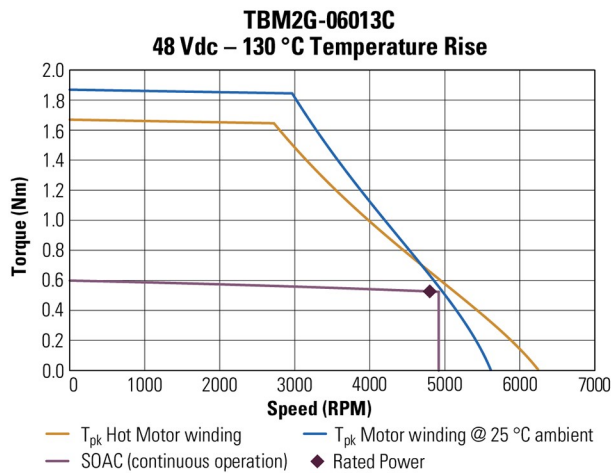
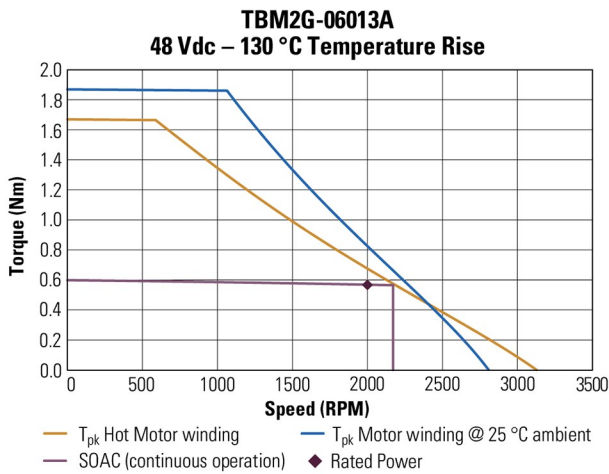
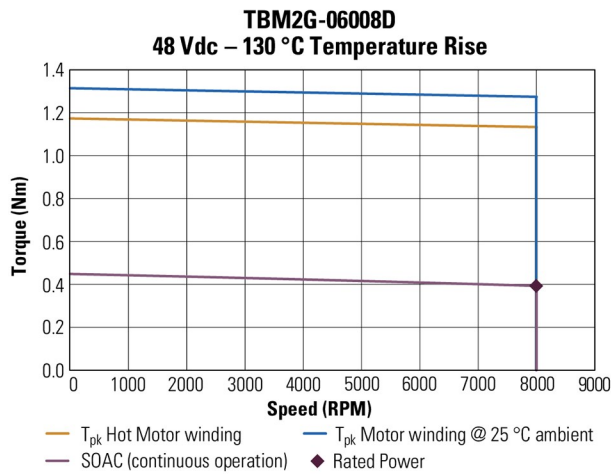
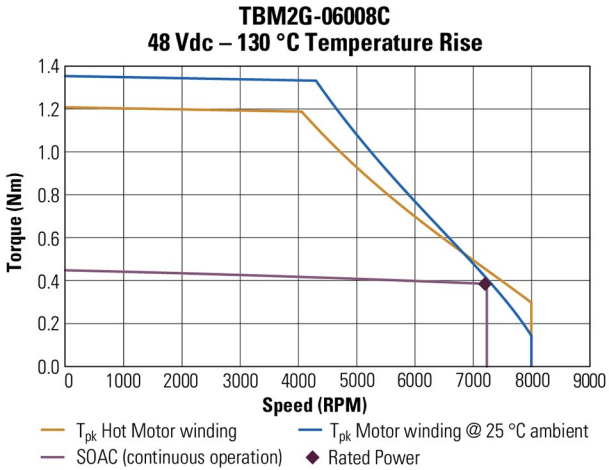
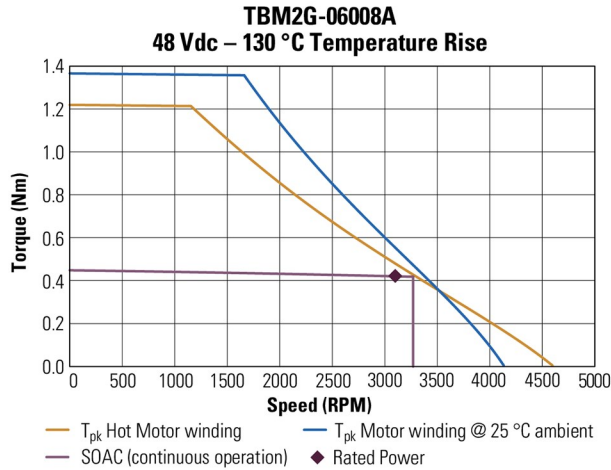
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.96	0.96	0.96
			lb-in	8.54	8.54	8.54
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	2.72	5.45	9.43
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.75	0.75	0.75
			lb-in	6.64	6.64	6.64
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	1.97	3.93	6.81
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	2.60	2.76	2.76
			lb-in	23.0	24.4	24.4
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	7.7	16.3	28.2
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.74	0.71	0.67
			lb-in	6.53	6.24	5.90
Rated Speed		Nrtd	rpm	300	1000	2000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.023	0.074	0.140
			Hp	0.031	0.099	0.187
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.96	0.94	0.92
			lb-in	8.52	8.36	8.12
Rated Speed		Nrtd	rpm	100	900	1900
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.010	0.089	0.183
			Hp	0.014	0.119	0.245
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.69	0.59	0.48
			lb-in	6.09	5.19	4.21
Rated Speed		Nrtd	rpm	1000	2400	4500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.072	0.147	0.224
			Hp	0.097	0.198	0.301

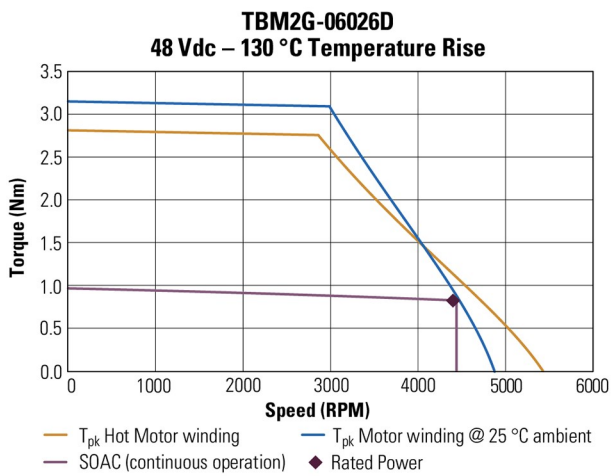
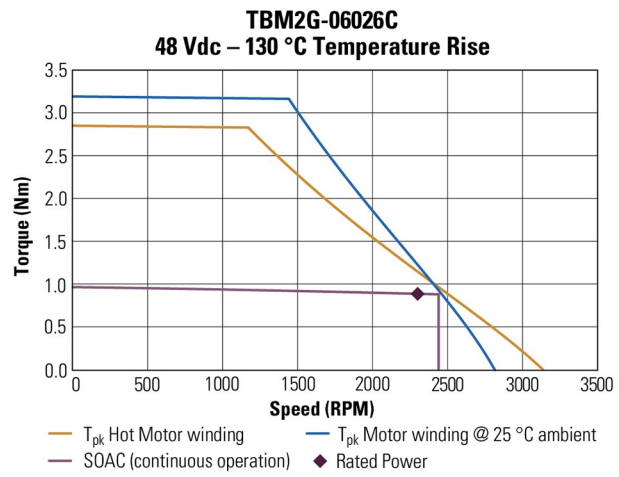
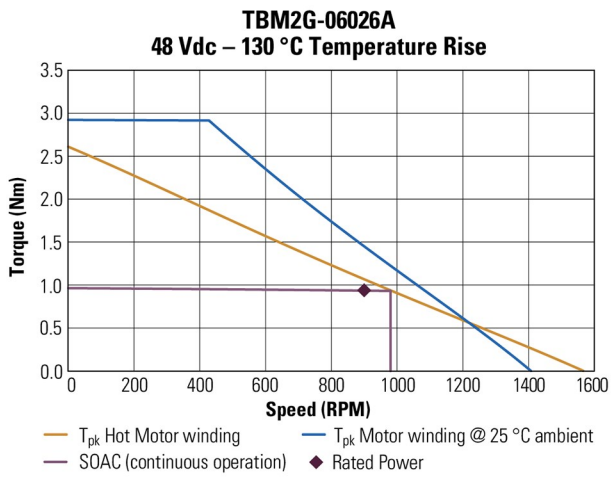
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.94	0.89	0.82
			lb-in	8.32	7.84	7.30
Rated Speed		Nrtd	rpm	900	2300	4400
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.089	0.213	0.380
			Hp	0.119	0.286	0.510
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.354	0.177	0.102
			lb-in/Arms	3.13	1.57	0.90
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.397	0.198	0.114
			lb-in/Arms	3.51	1.75	1.01
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	21.4	10.7	6.18
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	24.0	12.0	6.9
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.176	0.176	0.176
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.56	1.56	1.56
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	3.39	0.847	0.282
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	3.03	0.76	0.25

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.308
		lb-in-s ²	2.73E-04
Weight (7)	W	kg	0.351
		lb	0.774
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.30
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	5" x 5" x 0.25" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.86" x 0.25" Aluminum Housing		

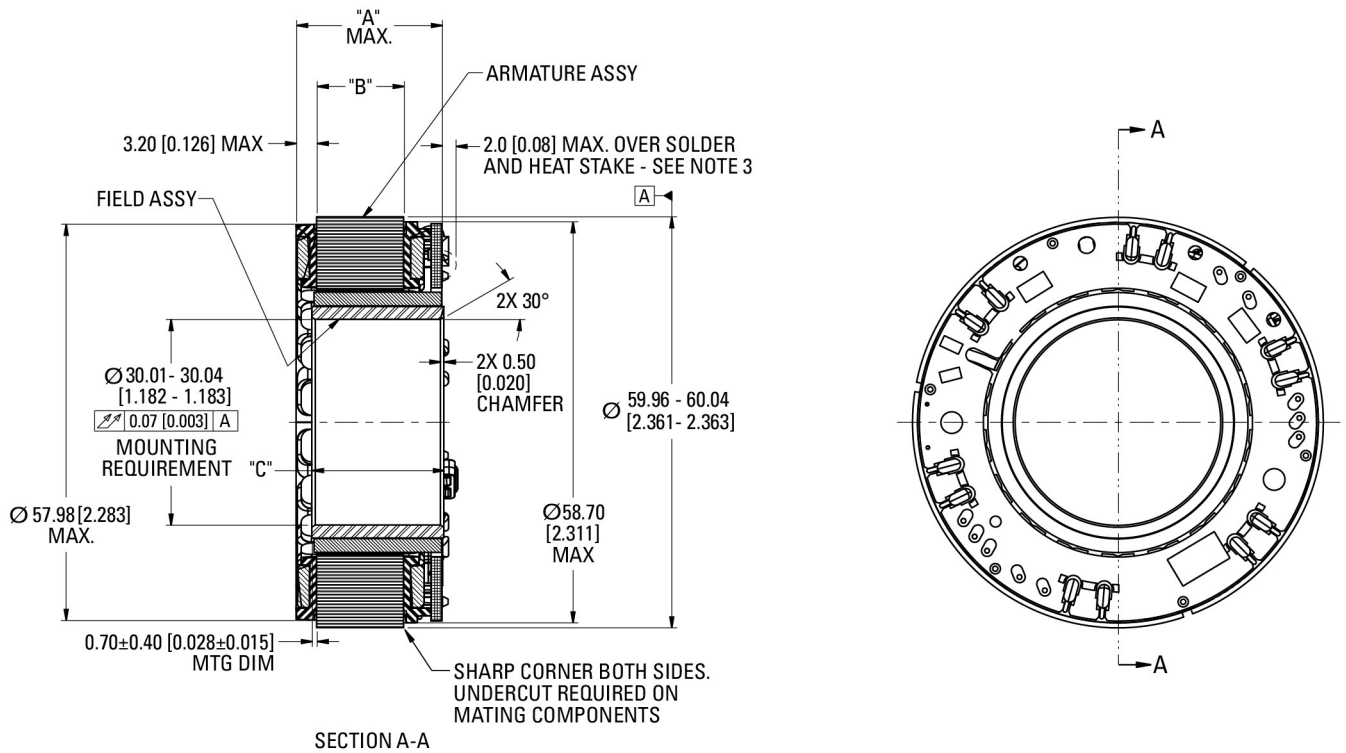
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.3.4 TBM2G-060 Frameless Motor Performance Curves





9.3.5 TBM2G-060 Frameless Motor Outline Drawing



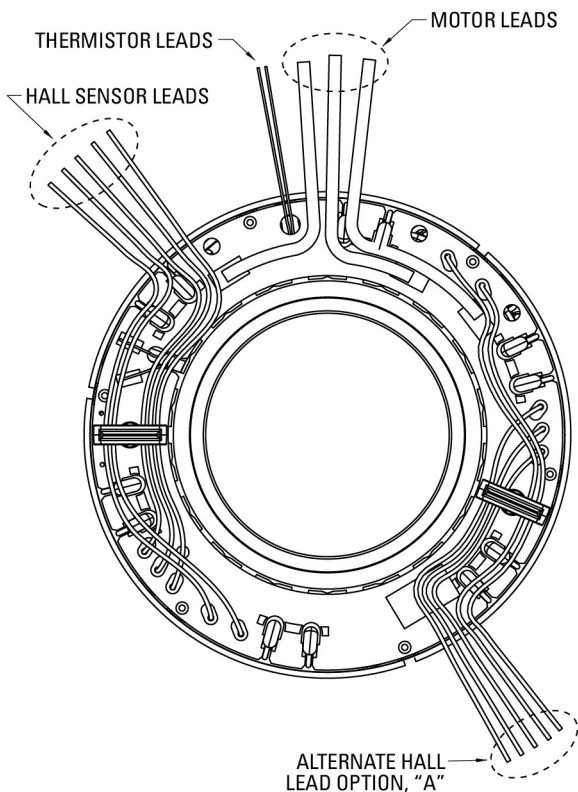
Stack Specific Dimensional Data

MODEL	"A" MAX.	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06008	17.71 [0.697]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06013	22.21 [0.874]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06026	35.81 [1.410]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.3.6 TBM2G-060 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#20 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 7.37 [0.290]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	Hall Sensor Alternate Location
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.4 TBM2G-068 Data & Drawings

9.4.1 TBM2G-06808 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.63	0.63	0.63
			lb-in	5.58	5.60	5.60
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.14	8.27	14.3
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.50	0.50	0.50
			lb-in	4.39	4.39	4.39
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.01	6.02	10.4
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	1.54	1.53	1.53
			lb-in	13.6	13.5	13.5
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	12.4	24.7	42.8
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.48	0.46	0.43
			lb-in	4.27	4.09	3.83
Rated Speed		Nrtd	rpm	1100	2600	4900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.056	0.126	0.222
			Hp	0.074	0.169	0.298
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.63	0.61	0.59
			lb-in	5.55	5.42	5.26
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	2400	4700
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.053	0.154	0.292
			Hp	0.070	0.207	0.392
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.46	0.41	0.39
			lb-in	4.02	3.62	3.41
Rated Speed		Nrtd	rpm	2600	5700	8000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.124	0.244	0.323
			Hp	0.166	0.327	0.433

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.61	0.58	0.56
			lb-in	5.41	5.13	4.94
Rated Speed		Nrtd	rpm	2400	5500	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.154	0.334	0.468
			Hp	0.206	0.448	0.627
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.153	0.076	0.044
			lb-in/Arms	1.35	0.68	0.39
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.171	0.086	0.049
			lb-in/Arms	1.52	0.76	0.44
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	9.24	4.62	2.67
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	10.4	5.18	2.99
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/√W	0.119	0.119	0.119
			lb-in/√W	1.05	1.05	1.05
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.38	0.345	0.115
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.26	0.32	0.11

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.239
		lb-in-s ²	2.12E-04
Weight (7)	W	kg	0.188
		lb	0.414
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.45
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.36" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.4.2 TBM2G-06813 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1) (4)		Tmc1	Nm	0.85	0.86	0.86
			lb-in	7.48	7.64	7.64
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1) (4)		Imc1	Arms	3.76	7.67	13.3
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2) (4)		Tmc2	Nm	0.66	0.67	0.67
			lb-in	5.82	5.94	5.93
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2) (4)		Imc2	Arms	2.71	5.54	9.60
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	2.14	2.19	2.19
			lb-in	19.0	19.4	19.4
Peak Current		Ip	Arms	11.2	22.9	39.7
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.66	0.64	0.61
			lb-in	5.84	5.68	5.42
Rated Speed		Nrtd	rpm	700	1700	3300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.147	0.114	0.212
			Hp	0.064	0.153	0.284
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.84	0.85	0.83
			lb-in	7.45	7.49	7.32
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1600	3200
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.044	0.142	0.277
			Hp	0.059	0.190	0.372
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.62	0.59	0.53
			lb-in	5.48	5.22	4.73
Rated Speed		Nrtd	rpm	1700	3900	7000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.110	0.241	0.392
			Hp	0.148	0.323	0.526

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.83	0.81	0.78
			lb-in	7.32	7.20	6.87
Rated Speed		Nrtd	rpm	1600	3700	6900
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.139	0.315	0.561
			Hp	0.186	0.422	0.753
Hot Torque Constant (1)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.225	0.113	0.065
			lb-in/Arms	1.99	1.00	0.57
Cold Torque Constant (5)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.252	0.126	0.073
			lb-in/Arms	2.23	1.12	0.64
Hot Back EMF Constant (1)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	13.6	6.80	3.93
Cold Back EMF Constant (5)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	15.2	7.62	4.40
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.154	0.157	0.157
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.37	1.39	1.39
Resistance (line-line) (5)	+/- 10%	Rm	Ω	1.78	0.427	0.142
Inductance Q-Axis (line-line)	+/- 20%	Lqll	mH	1.82	0.46	0.15

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.309
		lb-in-s ²	2.73E-04
Weight (7)	W	kg	0.254
		lb	0.560
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.30
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.53" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.4.3 TBM2G-06826 Frameless Motor Specifications

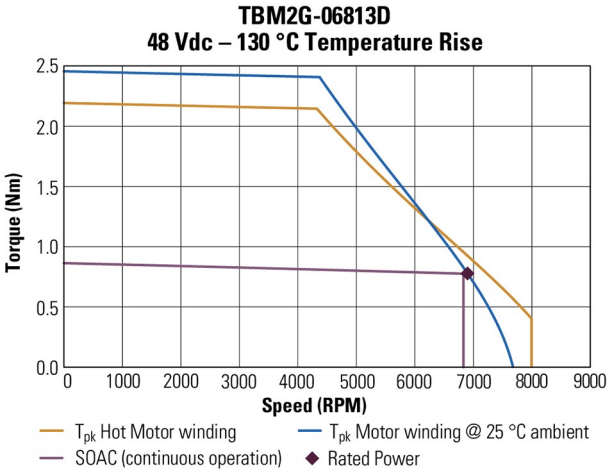
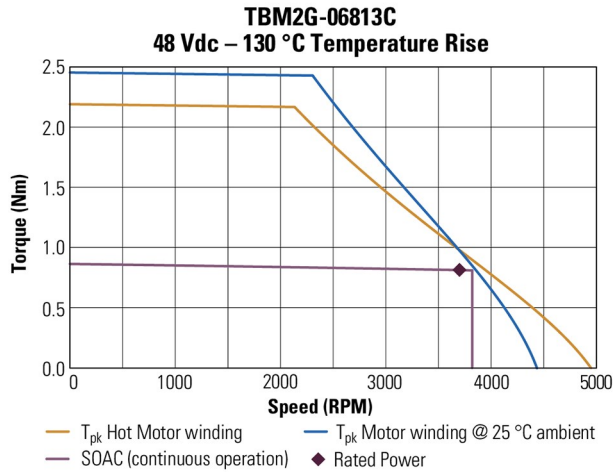
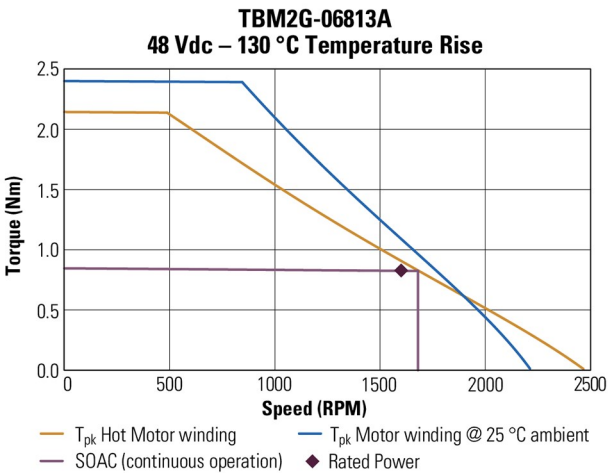
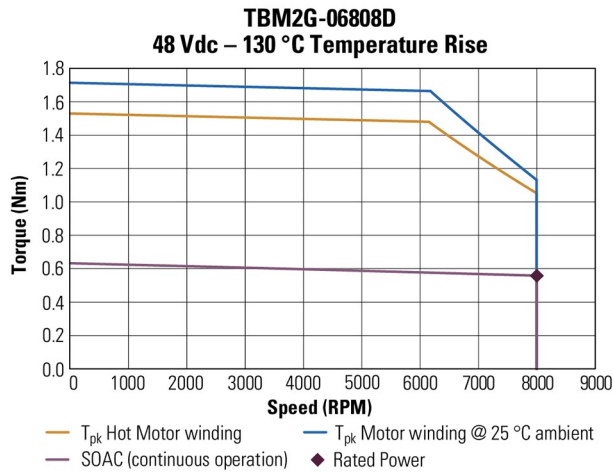
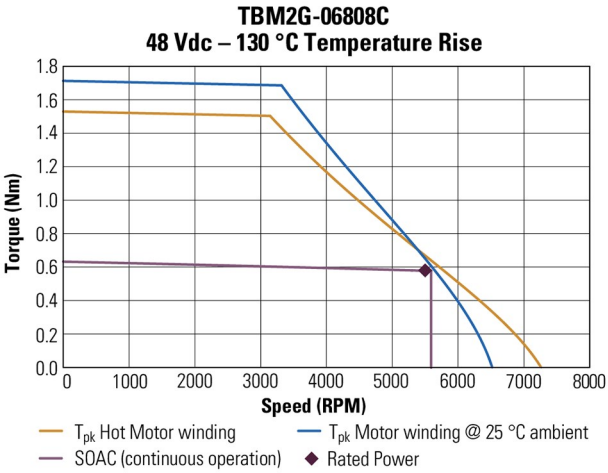
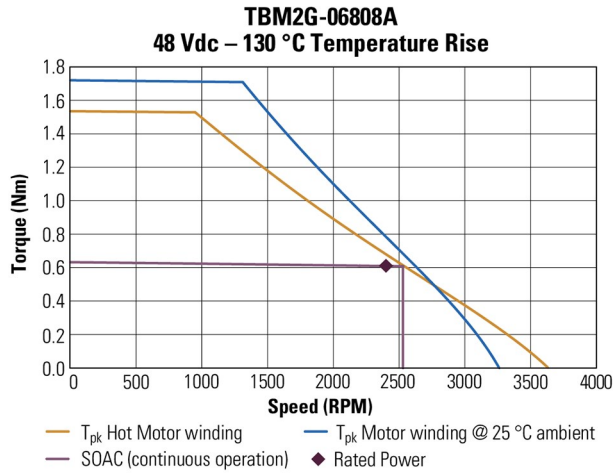
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.54	1.54	1.54
			lb-in	13.6	13.6	13.6
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.48	6.96	12.1
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.19	1.19	1.19
			lb-in	10.6	10.6	10.6
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.50	5.01	8.68
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	3.96	4.12	4.13
			lb-in	35.1	36.4	36.5
Peak Current (6)(8)		lp	Arms	10.0	20.8	36.1
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.19	1.17	1.14
			lb-in	10.5	10.3	10.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	300	800	1600
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.037	0.098	0.191
			Hp	0.050	0.131	0.256
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.54	1.53	1.51
			lb-in	13.6	13.5	13.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	100	700	1500
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.016	0.112	0.237
			Hp	0.022	0.150	0.318
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.16	1.12	1.07
			lb-in	10.3	9.9	9.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	1900	3500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.097	0.223	0.391
			Hp	0.130	0.300	0.524

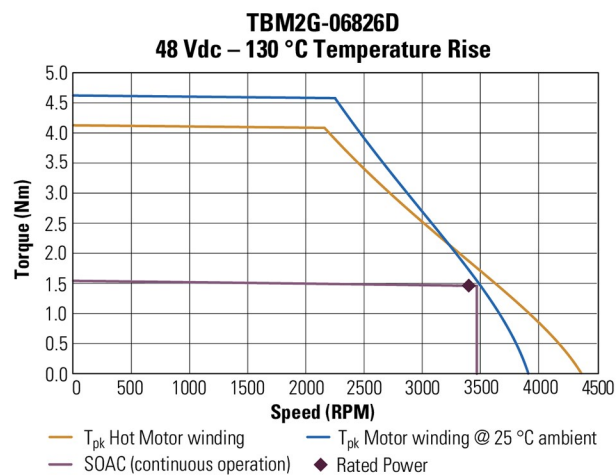
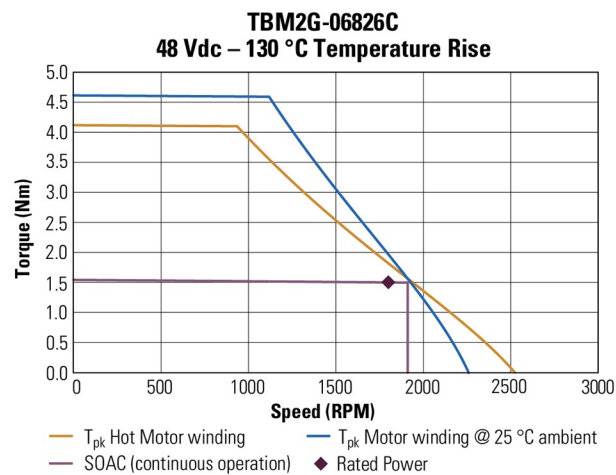
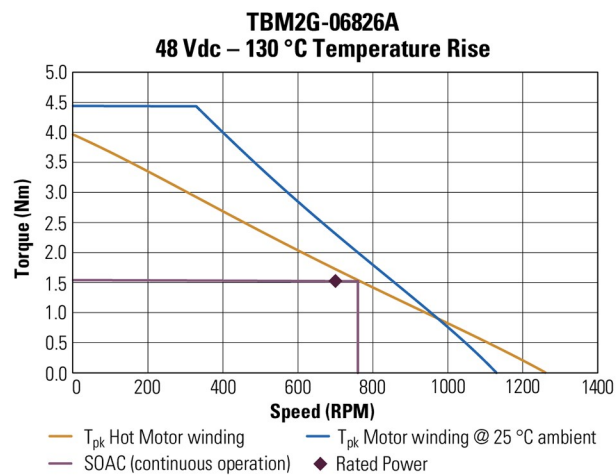
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.53	1.50	1.46
			lb-in	13.5	13.3	12.9
Rated Speed		Nrtd	rpm	700	1800	3400
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.112	0.283	0.521
			Hp	0.150	0.380	0.699
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.442	0.221	0.128
			lb-in/Arms	3.92	1.96	1.13
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.496	0.248	0.143
			lb-in/Arms	4.39	2.19	1.27
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	26.7	13.4	7.72
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	30.0	15.0	8.65
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.251	0.251	0.251
			lb-in/ $\sqrt{W}$	2.22	2.22	2.22
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	2.60	0.651	0.217
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	3.51	0.88	0.29

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.518
		lb-in-s ²	4.58E-04
Weight (7)	W	kg	0.462
		lb	1.019
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.83
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	2.06" x 0.25" Aluminum Housing		

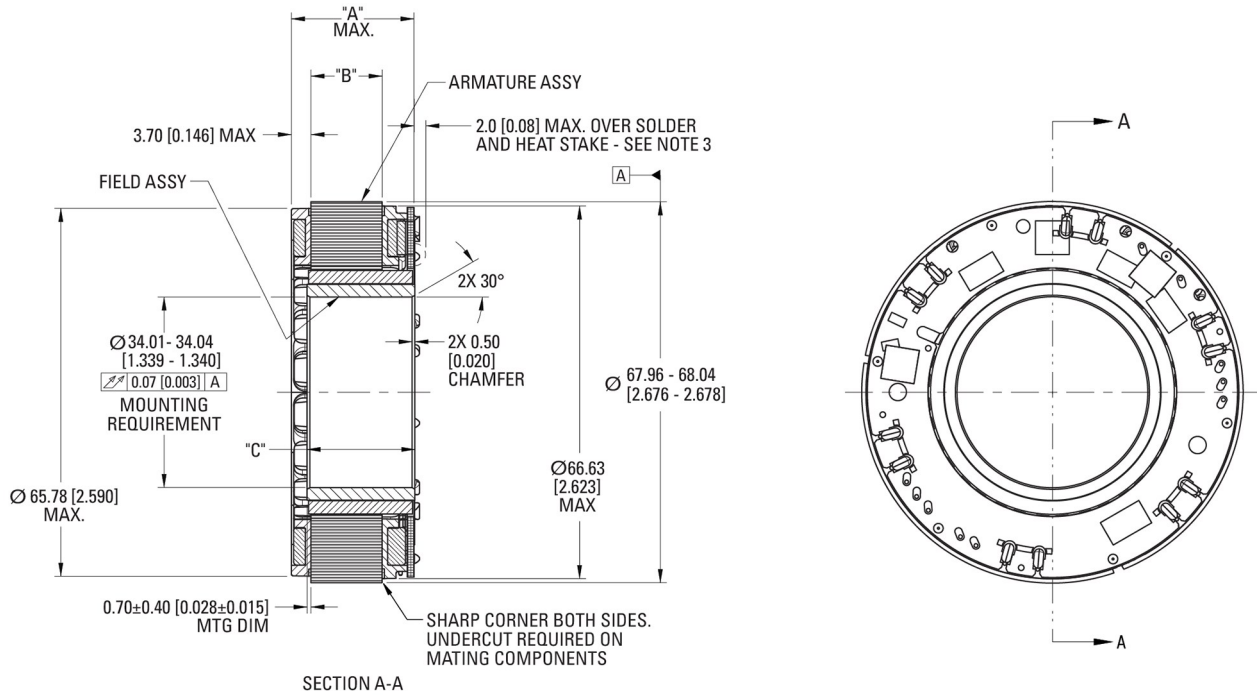
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.4.4 TBM2G-068 Frameless Motor Performance Curves





9.4.5 TBM2G-068 Frameless Motor Outline Drawing



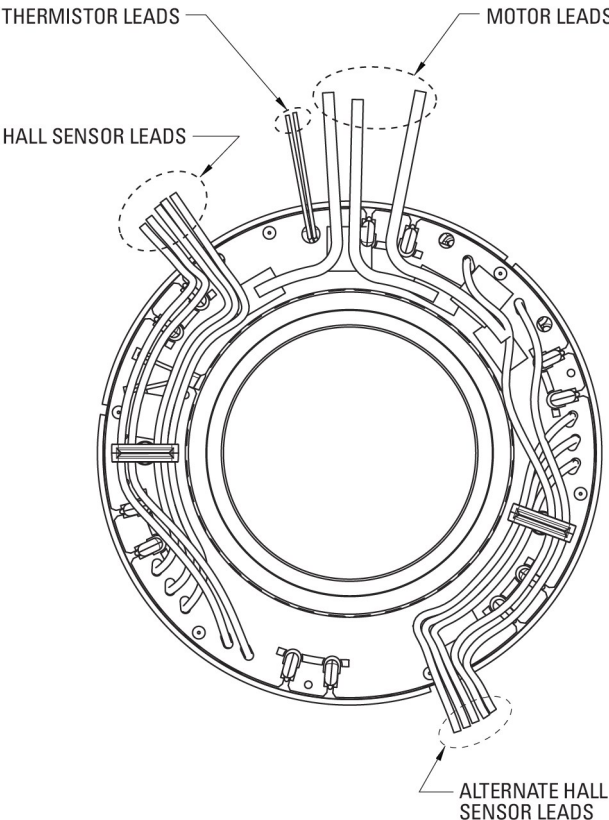
Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-06808-00	18.34 [0.722]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-06813-00	22.84 [0.899]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-06826-00	36.44 [1.435]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.4.6 TBM2G-068 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#20 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 7.37 [0.290]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.5 TBM2G-076 Data & Drawings

9.5.1 TBM2G-07608 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	0.89	0.89	0.89
			lb-in	7.85	7.85	7.88
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.60	9.19	15.9
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.70	0.70	0.70
			lb-in	6.20	6.20	6.20
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.37	6.74	11.7
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	2.23	2.23	2.23
			lb-in	19.7	19.7	19.7
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	13.7	27.5	47.6
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.68	0.65	0.59
			lb-in	6.06	5.78	5.21
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	2000	3900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.057	0.137	0.240
			Hp	0.077	0.183	0.322
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.88	0.86	0.82
			lb-in	7.79	7.60	7.25
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1900	3800
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.055	0.171	0.326
			Hp	0.074	0.229	0.437
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.65	0.56	0.41
			lb-in	5.78	4.99	3.60
Rated Speed		Nrtd	rpm	2000	4500	7500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.137	0.266	0.319
			Hp	0.183	0.358	0.428

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	0.86	0.80	0.70
			lb-in	7.60	7.11	6.19
Rated Speed		Nrtd	rpm	1900	4500	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.171	0.378	0.586
			Hp	0.229	0.507	0.786
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.193	0.096	0.056
			lb-in/Arms	1.71	0.85	0.49
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.216	0.108	0.062
			lb-in/Arms	1.91	0.96	0.55
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	11.7	5.83	3.37
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	13.1	6.53	3.77
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.156	0.156	0.156
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.38	1.38	1.38
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.27	0.318	0.106
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	0.90	0.22	0.07

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.441
		lb-in-s ²	3.90E-04
Weight (7)	W	kg	0.236
		lb	0.520
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	2.15
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.35" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.5.2 TBM2G-07613 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.23	1.23	1.23
			lb-in	10.9	10.9	10.9
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.37	8.74	15.1
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.93	0.93	0.93
			lb-in	8.25	8.25	8.25
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.08	6.15	10.7
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	3.43	3.42	3.42
			lb-in	30.3	30.3	30.3
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	13.1	26.1	45.2
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.92	0.88	0.82
			lb-in	8.11	7.82	7.22
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1300	2600
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.048	0.120	0.222
			Hp	0.064	0.161	0.298
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.23	1.20	1.16
			lb-in	10.85	10.65	10.27
Rated Speed		Nrtd	rpm	300	1200	2500
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.039	0.151	0.304
			Hp	0.052	0.203	0.407
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.88	0.79	0.58
			lb-in	7.82	7.00	5.10
Rated Speed		Nrtd	rpm	1300	3000	5700
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.120	0.248	0.344
			Hp	0.161	0.333	0.461

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.20	1.15	1.02
			lb-in	10.65	10.14	9.07
Rated Speed		Nrtd	rpm	1200	2900	5600
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.151	0.348	0.601
			Hp	0.203	0.466	0.806
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.281	0.141	0.081
			lb-in/Arms	2.49	1.25	0.72
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.315	0.158	0.091
			lb-in/Arms	2.79	1.39	0.81
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	17.0	8.51	4.91
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	19.1	9.53	5.50
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.201	2.01	0.201
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.78	1.78	1.78
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.64	0.409	0.136
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.49	0.37	0.12

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.576
		lb-in-s ²	5.10E-04
Weight (7)	W	kg	0.321
		lb	0.708
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.85
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.52" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.5.3 TBM2G-07626 Frameless Motor Specifications

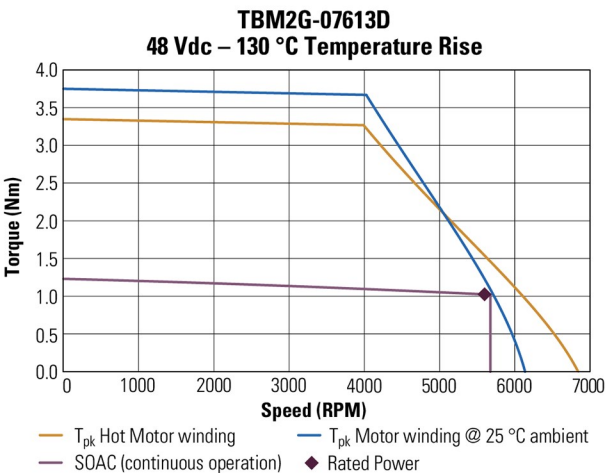
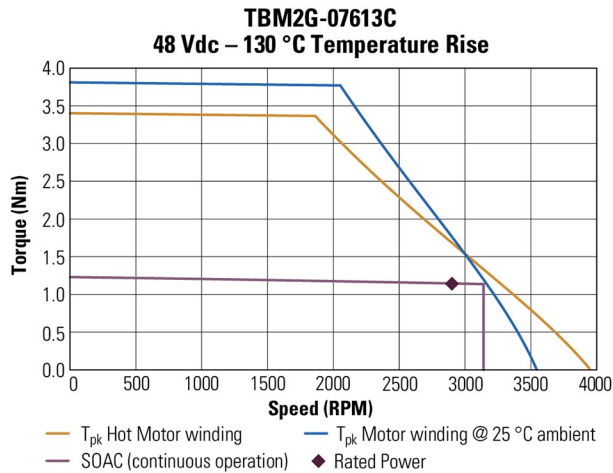
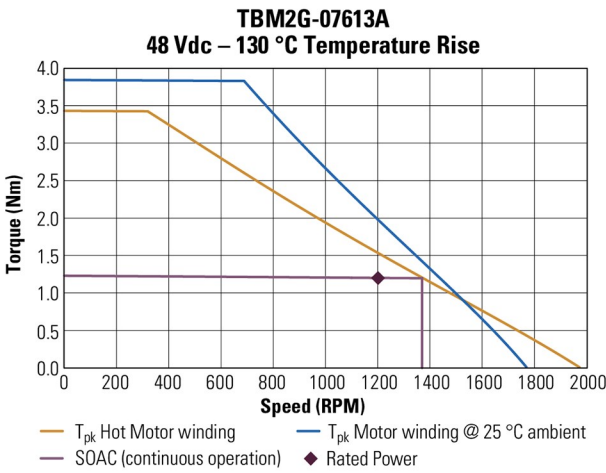
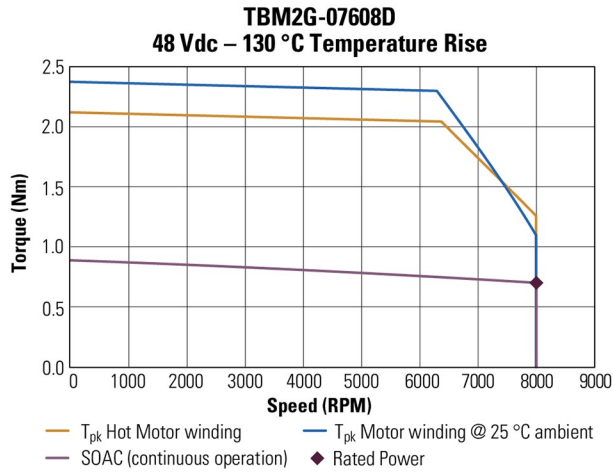
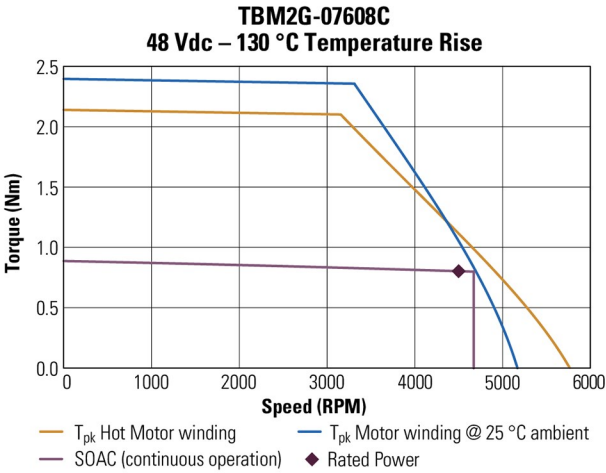
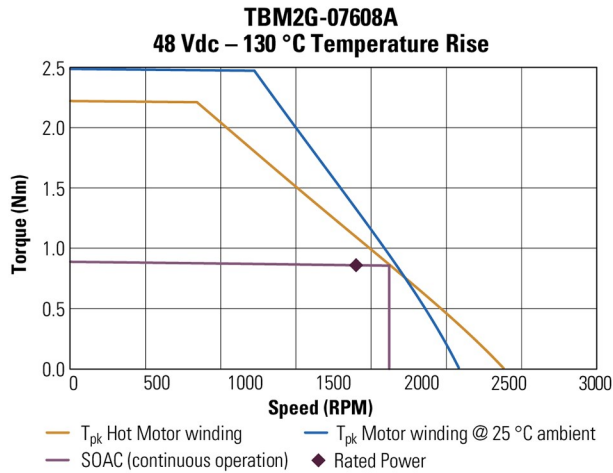
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	2.06	2.06	2.06
			lb-in	18.2	18.2	18.2
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	3.82	7.64	13.2
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.60	1.60	1.60
			lb-in	14.2	14.2	14.2
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	2.75	5.51	9.54
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	5.56	5.66	5.67
			lb-in	49.2	50.1	50.2
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	11.2	22.8	39.6
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.59	1.55	1.48
			lb-in	14.0	13.7	13.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	600	1300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.033	0.098	0.202
			Hp	0.045	0.131	0.270
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	2.06	2.04	1.99
			lb-in	18.2	18.0	17.6
Rated Speed		Nrtd	rpm	100	500	1200
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.022	0.107	0.250
			Hp	0.029	0.143	0.336
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.55	1.46	1.24
			lb-in	13.7	12.9	11.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1500	2800
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.098	0.229	0.369
			Hp	0.131	0.324	0.494

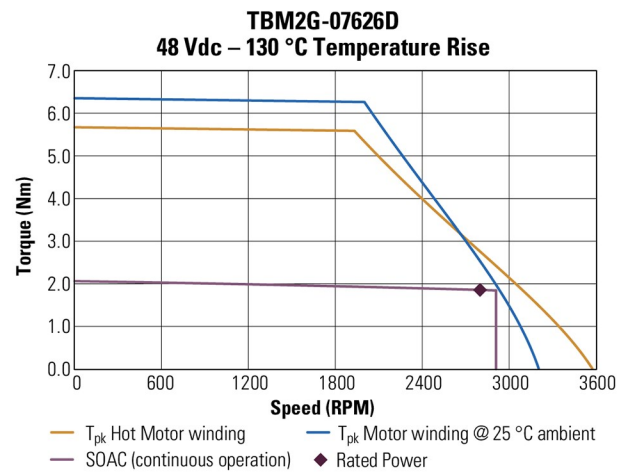
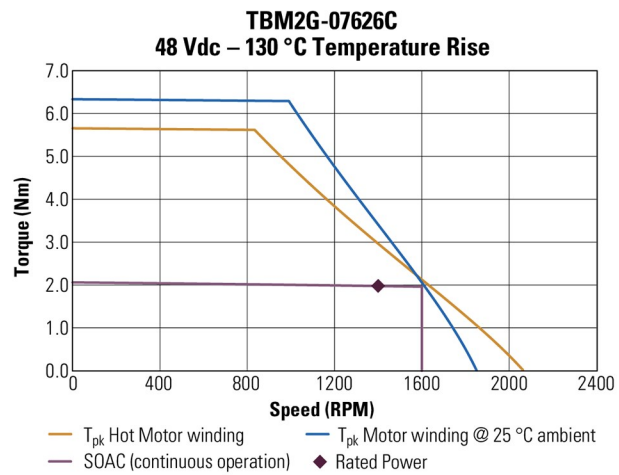
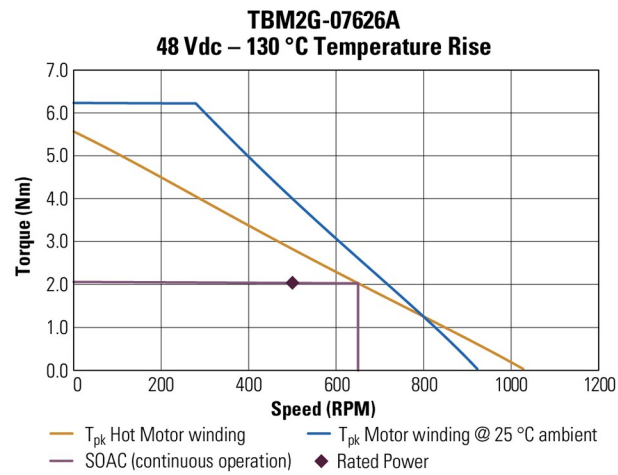
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	2.04	1.98	1.85
			lb-in	18.0	17.5	16.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1400	2800
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.107	0.290	0.544
			Hp	0.143	0.389	0.729
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.539	0.270	0.156
			lb-in/Arms	4.77	2.39	1.38
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.604	0.302	0.174
			lb-in/Arms	5.35	2.67	1.54
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	32.6	16.3	9.41
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	36.5	18.3	10.5
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.324	0.324	0.324
			lb-in/ $\sqrt{W}$	2.87	2.87	2.87
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	2.32	0.579	0.193
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	3.25	0.82	0.27

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.972
		lb-in-s ²	8.60E-04
Weight (7)	W	kg	0.596
		lb	1.314
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.71
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	2.05" x 0.25" Aluminum Housing		

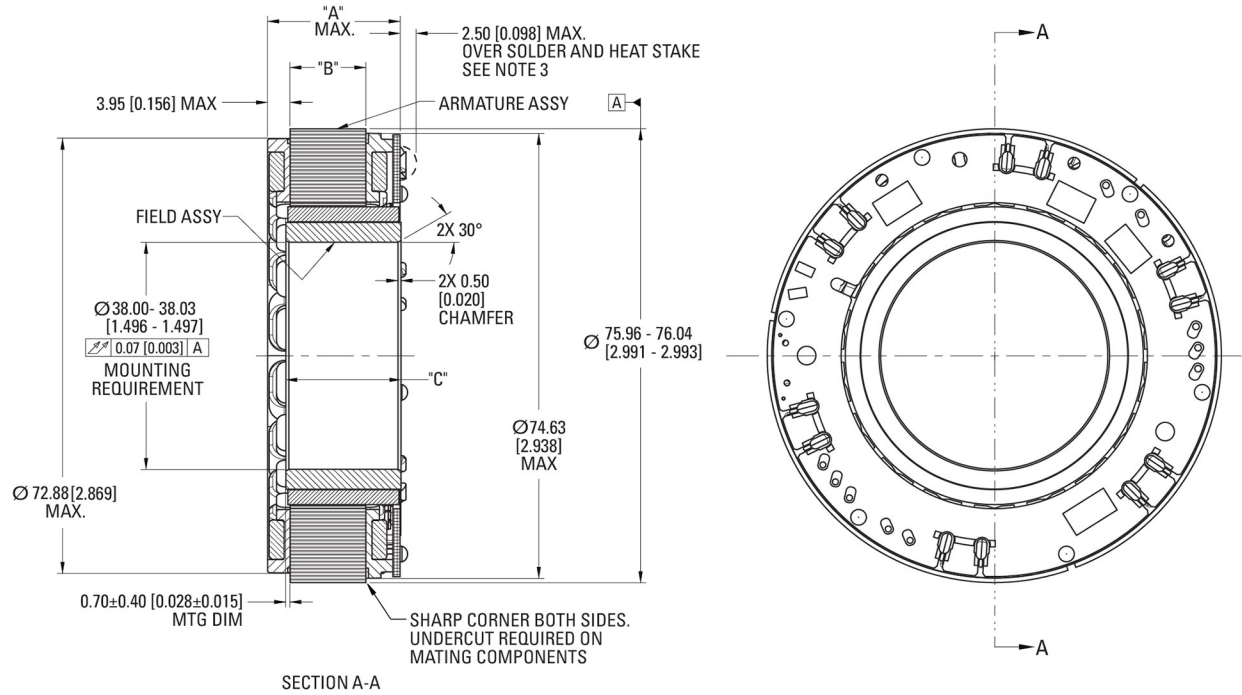
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.5.4 TBM2G-076 Frameless Motor Performance Curves





9.5.5 TBM2G-076 Frameless Motor Outline Drawing



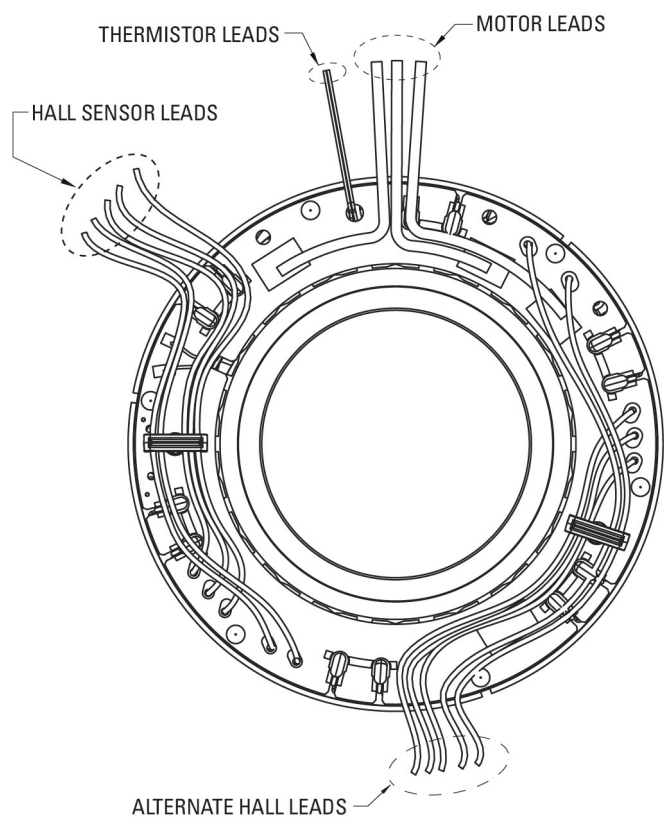
Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-07608-00	18.59 [0.732]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-07613-00	23.09 [0.909]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-07626-00	36.69 [1.444]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.5.6 TBM2G-076 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#18 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 8.51 [0.335]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.6 TBM2G-085 Data & Drawings

9.6.1 TBM2G-08508 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.21	1.21	1.21
			lb-in	10.7	10.7	10.7
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	5.90	11.8	20.4
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	0.96	0.96	0.96
			lb-in	8.50	8.50	8.50
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	4.37	8.74	15.1
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	3.17	3.17	3.17
			lb-in	28.0	28.1	28.1
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	17.6	35.3	61.1
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.93	0.89	0.79
			lb-in	8.25	7.83	7.00
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	1900	3500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.078	0.176	0.290
			Hp	0.105	0.236	0.388
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.20	1.17	1.12
			lb-in	10.6	10.4	9.88
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1700	3400
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.076	0.209	0.397
			Hp	0.101	0.280	0.533
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	0.89	0.74	0.58
			lb-in	7.83	6.55	5.09
Rated Speed		Nrtd	rpm	1900	4200	5900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.176	0.325	0.355
			Hp	0.236	0.436	0.477

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.17	1.09	0.91
			lb-in	10.4	9.66	808
Rated Speed		Nrtd	rpm	1700	4000	7500
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.209	0.457	0.717
			Hp	0.280	0.613	0.962
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.206	0.103	0.059
			lb-in/Arms	1.82	0.91	0.53
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.230	0.115	0.066
			lb-in/Arms	2.04	1.02	0.59
Hot Back EMF Constant (1)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	12.4	6.21	3.59
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	13.9	6.96	4.02
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.203	0.203	0.203
			lb-in/ $\sqrt{W}$	1.79	1.79	1.79
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	0.860	0.215	0.072
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.13	0.28	0.09

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.593
		lb-in-s ²	5.25E-04
Weight (7)	W	kg	0.295
		lb	0.650
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.93
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.36" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.6.2 TBM2G-08513 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.65	1.65	1.65
			lb-in	14.6	14.6	14.6
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	5.71	11.4	19.8
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.33	1.33	1.33
			lb-in	11.7	11.7	11.7
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	4.23	8.45	14.6
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	4.45	4.44	4.44
			lb-in	39.4	39.3	39.3
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	17.1	34.1	59.1
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.30	1.25	1.15
			lb-in	11.5	11.0	10.16
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1300	2400
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.068	0.170	0.208
			Hp	0.091	0.228	0.387
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.64	1.61	1.54
			lb-in	14.5	14.2	13.7
Rated Speed		Nrtd	rpm	400	1200	2400
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.069	0.202	0.388
			Hp	0.092	0.271	0.520
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.25	1.09	0.79
			lb-in	11.0	9.67	7.03
Rated Speed		Nrtd	rpm	1300	2900	4900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.170	0.332	0.408
			Hp	0.228	0.455	0.547

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.61	1.52	1.32
			lb-in	14.2	13.4	11.7
Rated Speed		Nrtd	rpm	1200	2800	5300
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.202	0.445	0.734
			Hp	0.271	0.597	0.985
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.294	0.147	0.085
			lb-in/Arms	2.60	1.30	0.75
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.330	0.165	0.095
			lb-in/Arms	2.92	1.46	0.84
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	17.8	8.89	5.13
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	19.9	9.96	5.75
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.271	0.271	0.271
			lb-in/ $\sqrt{W}$	2.40	2.40	2.40
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	0.984	0.246	0.082
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.52	0.38	0.13

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	0.763
		lb-in-s ²	6.75E-04
Weight (7)	W	kg	0.403
		lb	0.888
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.80
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.54" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.6.3 TBM2G-08526 Frameless Motor Specifications

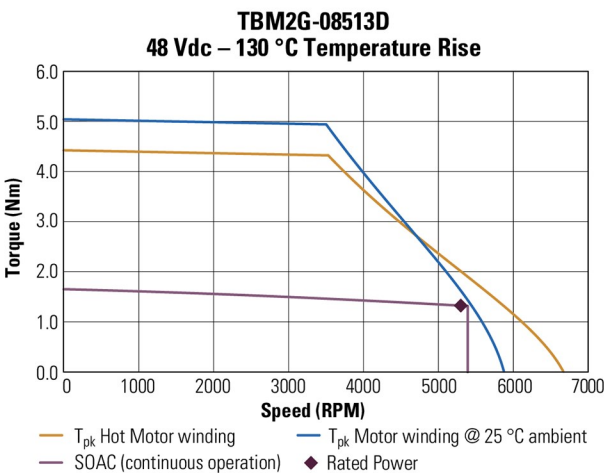
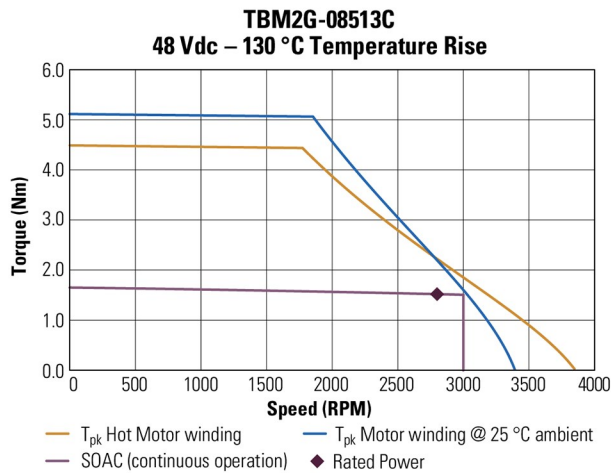
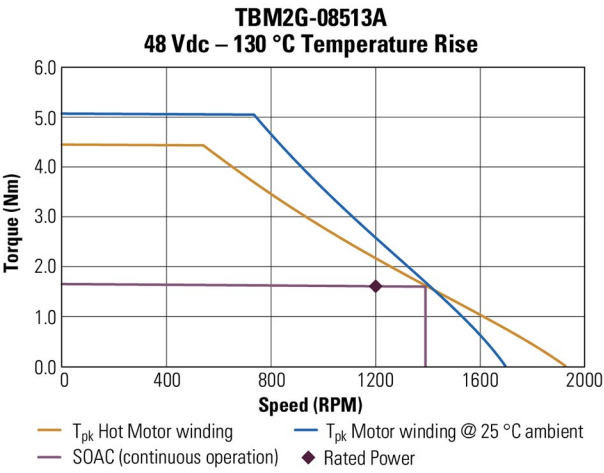
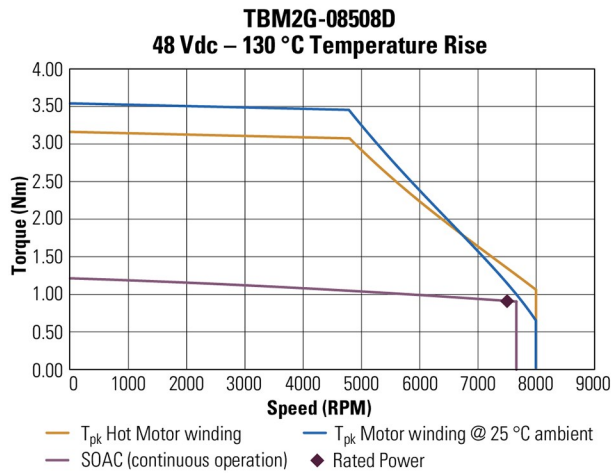
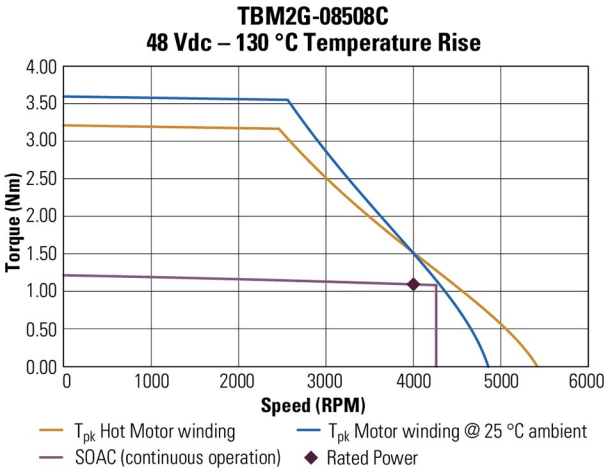
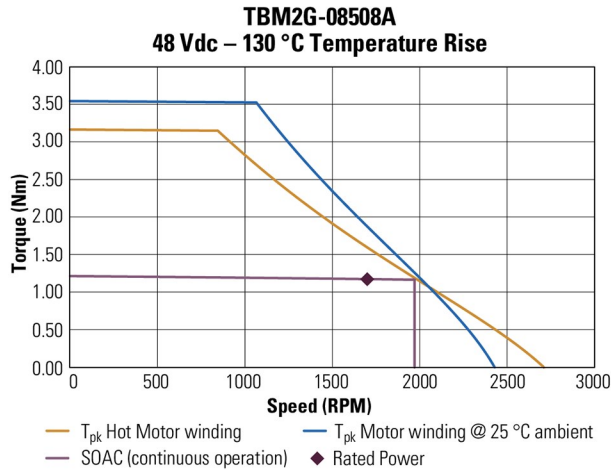
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	2.69	2.69	2.69
			lb-in	23.8	23.8	23.8
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.68	9.36	16.2
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	2.14	2.14	2.14
			lb-in	19.0	19.0	19.0
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.49	6.98	12.1
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	7.01	7.01	7.01
			lb-in	62.0	62.0	62.0
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	14.0	28.0	48.5
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.12	2.07	1.97
			lb-in	18.8	18.3	17.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	600	1200
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.044	0.130	0.247
			Hp	0.060	0.174	0.332
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	2.69	2.65	2.60
			lb-in	23.8	23.5	23.0
Rated Speed		Nrtd	rpm	100	500	1100
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.028	0.139	0.299
			Hp	0.038	0.186	0.401
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.07	1.93	1.58
			lb-in	18.3	17.1	14.0
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1400	2700
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.130	0.283	0.446
			Hp	0.174	0.379	0.599

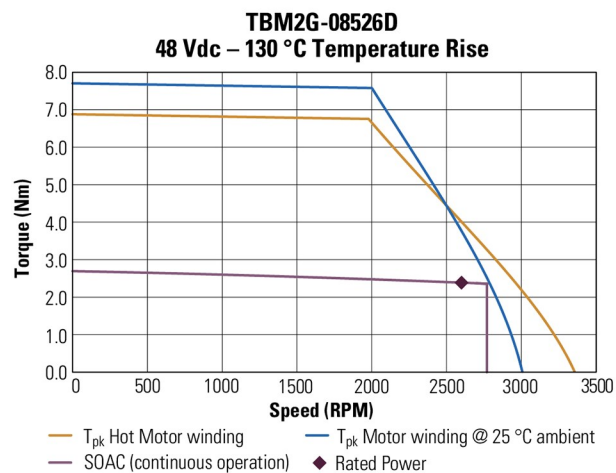
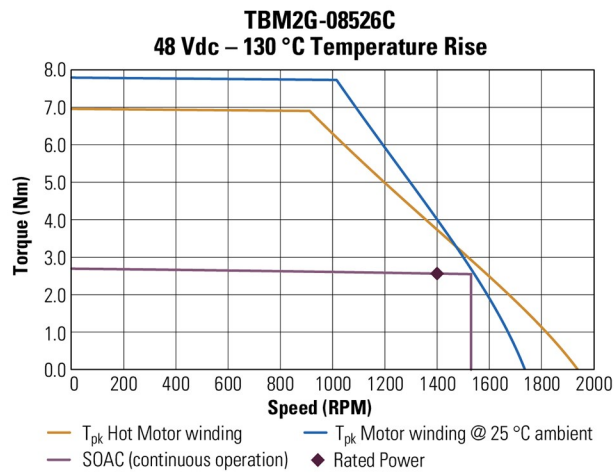
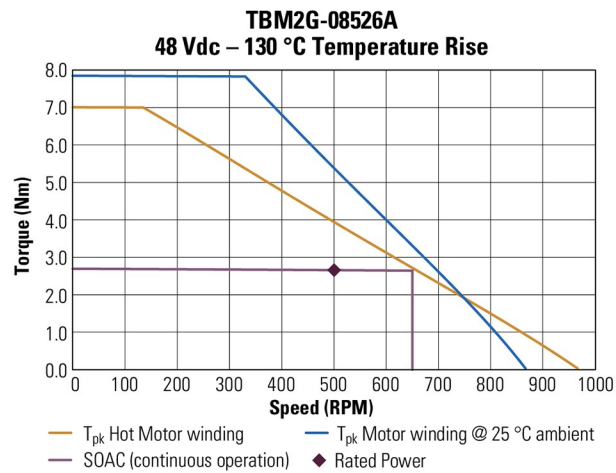
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	2.65	2.56	2.39
			lb-in	23.5	22.7	21.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1400	2600
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.139	0.376	0.650
			Hp	0.186	0.504	0.871
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.575	0.288	0.166
			lb-in/Arms	5.09	2.55	1.47
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.644	0.322	0.186
			lb-in/Arms	5.70	2.85	1.65
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	34.8	17.4	10.0
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	39.0	19.5	11.2
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.419	0.419	0.419
			lb-in/ $\sqrt{W}$	3.70	3.70	3.70
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.58	0.395	0.132
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	2.68	0.67	0.22

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	1.27
		lb-in-s ²	1.12E-03
Weight (7)	W	kg	0.723
		lb	1.594
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.67
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	7.5" x 7" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	2.06" x 0.25" Aluminum Housing		

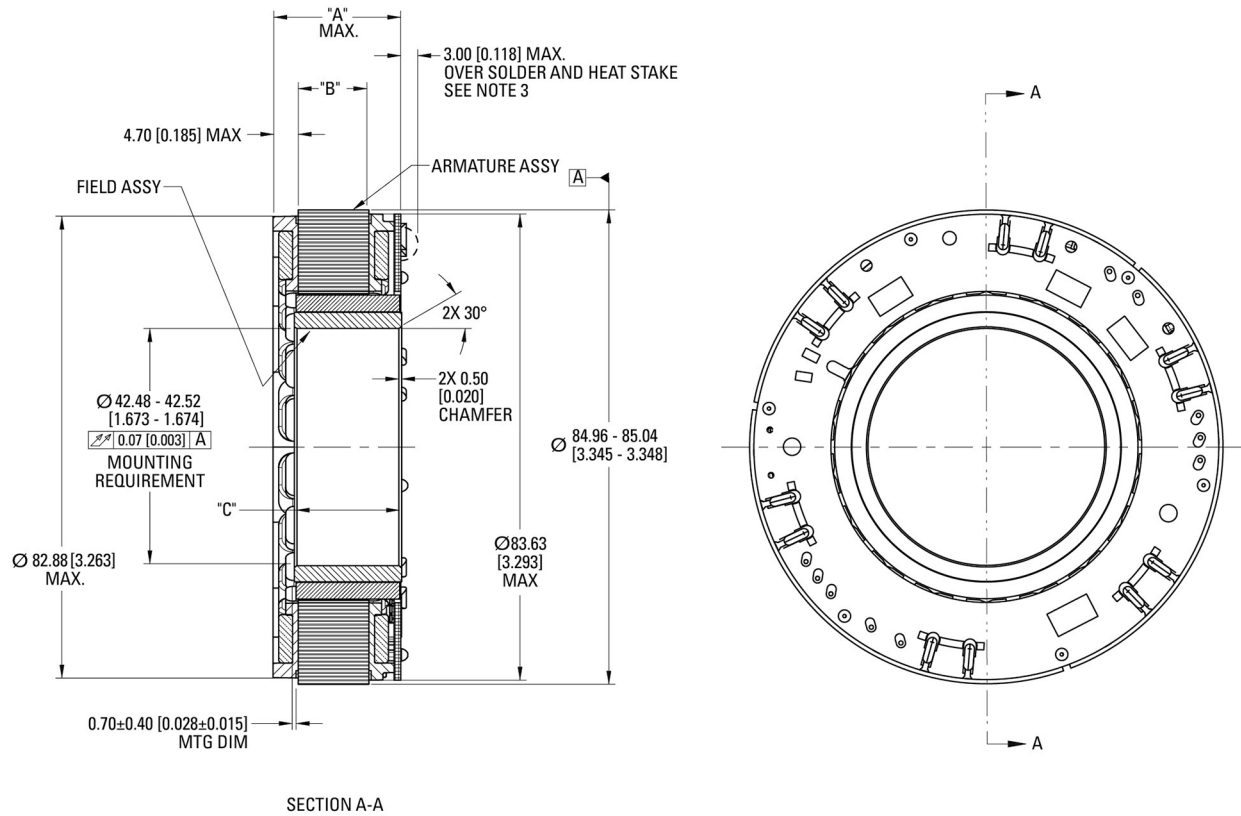
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.6.4 TBM2G-085 Frameless Motor Performance Curves





9.6.5 TBM2G-085 Frameless Motor Outline Drawing



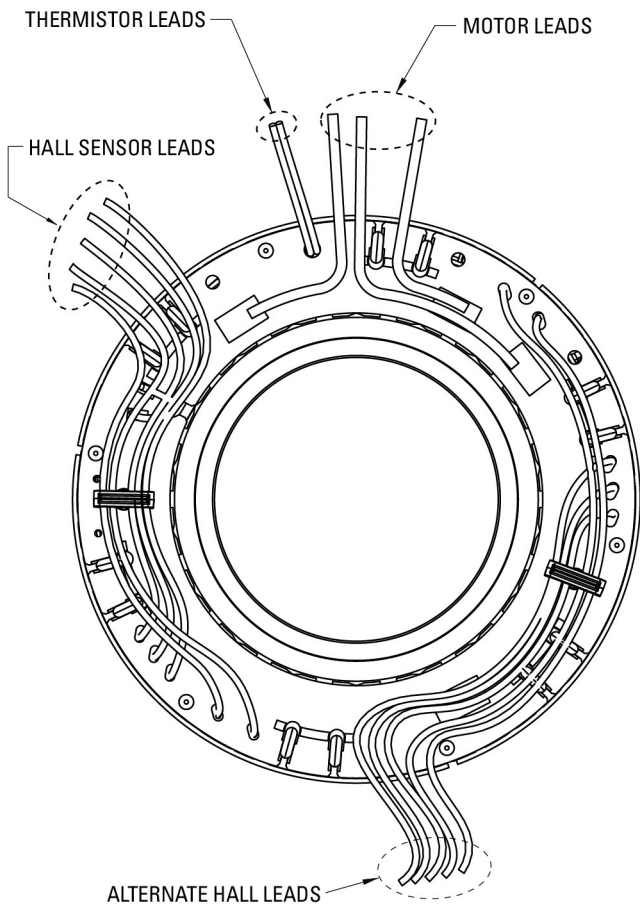
Stack Specific Dimensional Data

Part Number	"A" Max	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-08508-00	19.34 [0.761]	8.2 [0.323]	14.76 [0.581]
TBM2G-08513-00	23.84 [0.939]	12.70 [0.500]	19.26 [0.758]
TBM2G-08526-00	37.44 [1.474]	26.30 [1.035]	32.86 [1.294]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.6.6 TBM2G-085 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#16 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 9.91 [0.390]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.7 TBM2G-094 Data & Drawings

9.7.1 TBM2G-09408 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.58	1.58	1.58
			lb-in	14.0	14.0	14.0
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	8.10	16.2	28.0
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.20	1.20	1.20
			lb-in	10.6	10.6	10.6
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	5.76	11.5	19.9
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	3.92	3.92	3.92
			lb-in	34.7	34.7	34.7
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	24.2	48.4	83.8
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.17	1.09	0.88
			lb-in	10.3	9.64	7.75
Rated Speed		Nrtd	rpm	900	2100	3900
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.110	0.240	0.357
			Hp	0.148	0.321	0.479
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.57	1.53	1.44
			lb-in	13.9	13.5	12.7
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	2000	3800
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.131	0.320	0.571
			Hp	0.176	0.429	0.766
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.09	0.77	0.77
			lb-in	9.64	6.80	6.79
Rated Speed		Nrtd	rpm	2100	4500	4100
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.240	0.362	0.329
			Hp	0.321	0.485	0.442

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.53	1.39	1.03
			lb-in	13.5	12.3	9.08
Rated Speed		Nrtd	rpm	2000	4400	8000
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.320	0.643	0.860
			Hp	0.429	0.862	1.153
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.193	0.097	0.056
			lb-in/Arms	1.71	0.86	0.49
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.217	0.108	0.063
			lb-in/Arms	1.92	0.96	0.55
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	11.7	5.85	3.38
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	13.1	6.55	3.78
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/√W	0.263	0.263	0.263
			lb-in/√W	2.33	2.33	2.33
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	0.452	0.113	0.038
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	0.70	0.18	0.06

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm2	0.861
		lb-in-s2	7.62E-04
Weight (7)	W	kg	0.374
		lb	0.825
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.95
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	10" x 10" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.34" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.7.2 TBM2G-09413 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	2.05	2.01	2.05
			lb-in	18.1	17.8	18.1
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	7.56	14.8	26.1
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.56	1.53	1.56
			lb-in	13.8	13.6	13.8
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	5.40	10.6	18.7
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	5.06	4.96	5.04
			lb-in	44.7	43.9	44.6
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	22.6	44.3	78.1
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.53	1.41	1.22
			lb-in	13.5	12.5	10.8
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1500	2700
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.096	0.221	0.345
			Hp	0.129	0.297	0.463
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.03	1.95	1.88
			lb-in	18.0	17.3	16.6
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	1400	2700
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.106	0.286	0.533
			Hp	0.143	0.383	0.714
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.44	1.07	1.01
			lb-in	12.7	9.51	8.92
Rated Speed		Nrtd	rpm	1500	3200	3300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.226	0.360	0.348
			Hp	0.303	0.483	0.467

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.99	1.81	1.41
			lb-in	17.6	16.0	12.5
Rated Speed		Nrtd	rpm	1400	3100	5900
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.292	0.587	0.874
			Hp	0.391	0.788	1.172
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.269	0.134	0.078
			lb-in/Arms	2.38	1.19	0.69
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.301	0.151	0.087
			lb-in/Arms	2.66	1.33	0.77
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	16.3	8.13	4.69
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	18.2	9.10	5.25
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.331	0.325	0.331
			lb-in/ $\sqrt{W}$	2.93	2.88	2.93
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	0.550	0.143	0.046
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	1.07	0.27	0.09

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	1.120
		lb-in-s ²	9.91E-04
Weight (7)	W	kg	0.510
		lb	1.124
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.84
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	10" x 10" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.52" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.7.3 TBM2G-09426 Frameless Motor Specifications

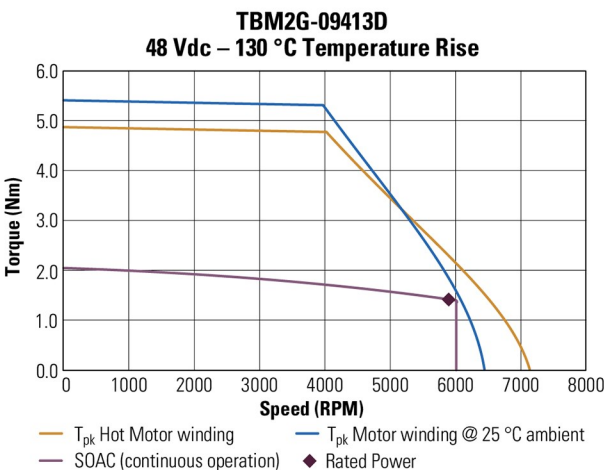
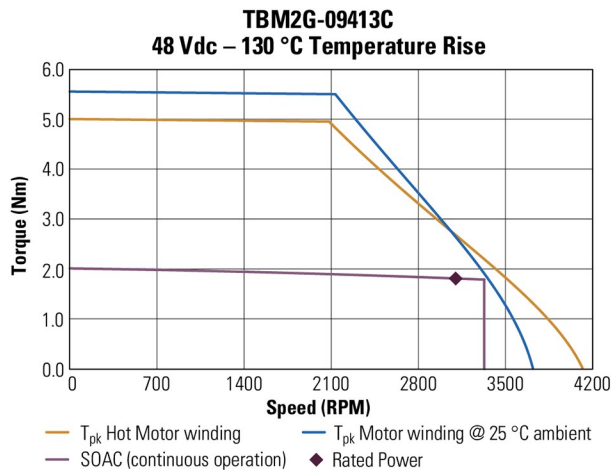
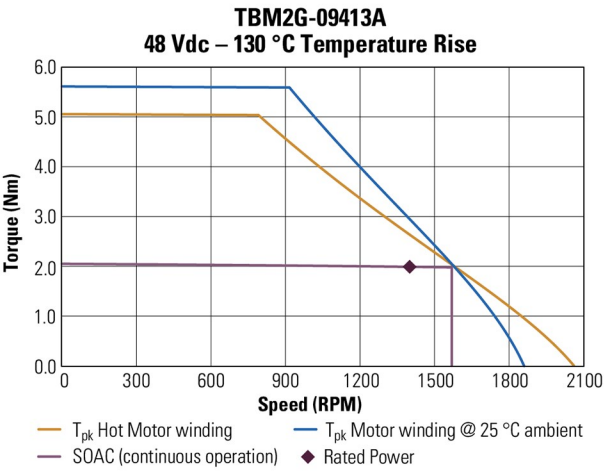
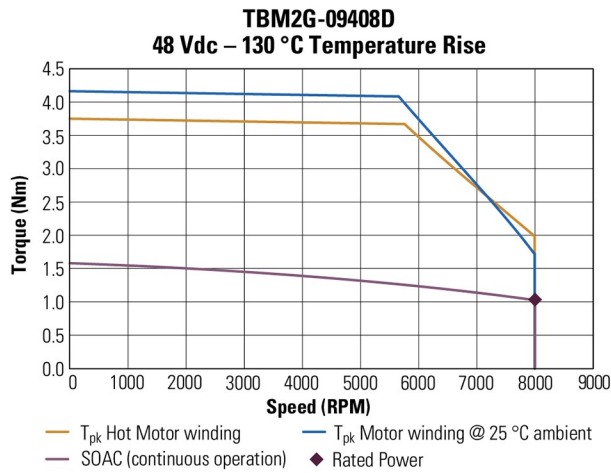
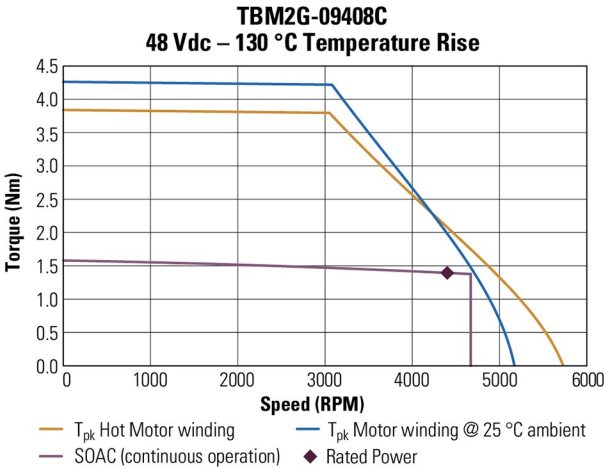
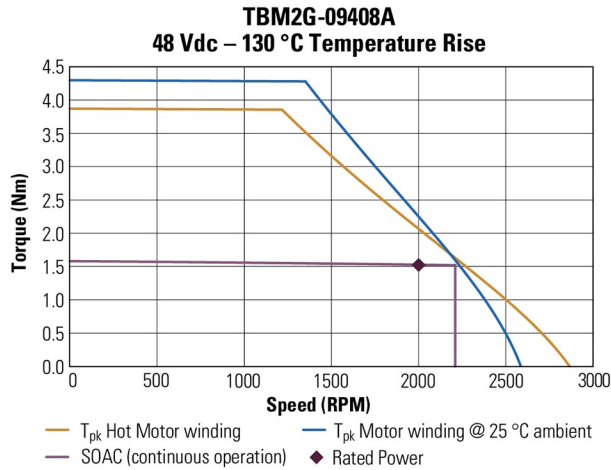
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	3.67	3.67	3.67
			lb-in	32.5	32.5	32.5
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	6.60	13.2	22.9
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	2.75	2.75	2.75
			lb-in	24.4	24.4	24.4
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	4.72	9.43	16.3
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	8.98	9.01	8.99
			lb-in	79.5	79.7	79.6
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	19.7	39.5	68.3
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.73	2.64	2.46
			lb-in	24.2	23.4	21.8
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	700	1300
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.057	0.194	0.355
			Hp	0.077	0.260	0.449
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	3.66	3.62	3.54
			lb-in	32.4	32.0	31.3
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	600	1200
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.077	0.227	0.444
			Hp	0.103	0.305	0.596
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.64	2.38	1.83
			lb-in	23.4	21.0	16.2
Rated Speed		Nrtd	rpm	700	1500	2400
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.194	0.373	0.460
			Hp	0.260	0.500	0.617

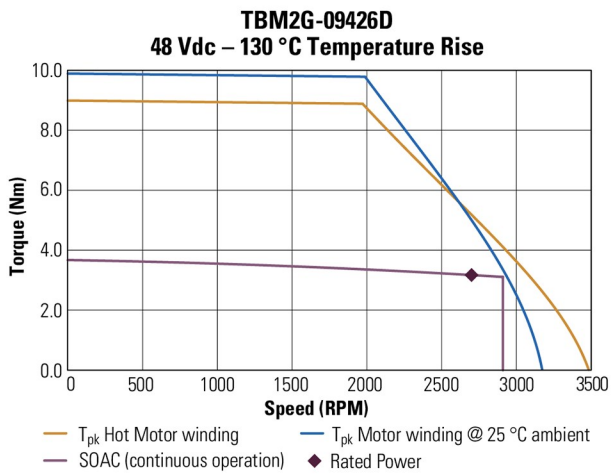
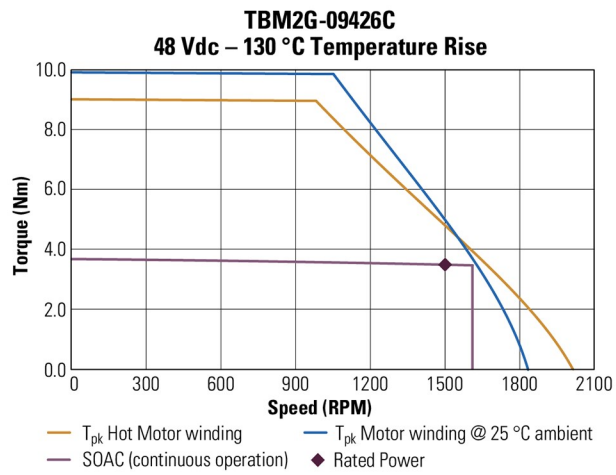
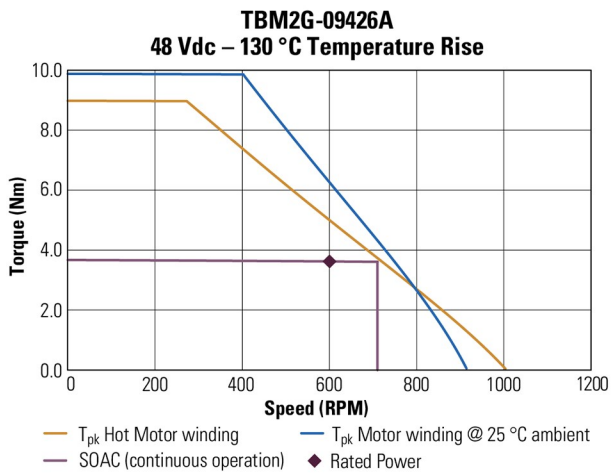
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	3.62	3.48	3.17
			lb-in	32.0	30.8	28.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	600	1500	2700
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.227	0.547	0.897
			Hp	0.305	0.734	1.203
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.546	0.273	0.158
			lb-in/Arms	4.83	2.42	1.40
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.612	0.306	0.177
			lb-in/Arms	5.41	2.71	1.56
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	33.0	16.5	9.53
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	37.0	18.5	10.7
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.528	0.528	0.528
			lb-in/ $\sqrt{W}$	4.67	4.67	4.67
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	0.896	0.224	0.075
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	2.17	0.54	0.18

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	1.900
		lb-in-s ²	1.68E-03
Weight (7)	W	kg	0.915
		lb	2.017
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.48
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	10" x 10" x 0.375" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	2.05" x 0.25" Aluminum Housing		

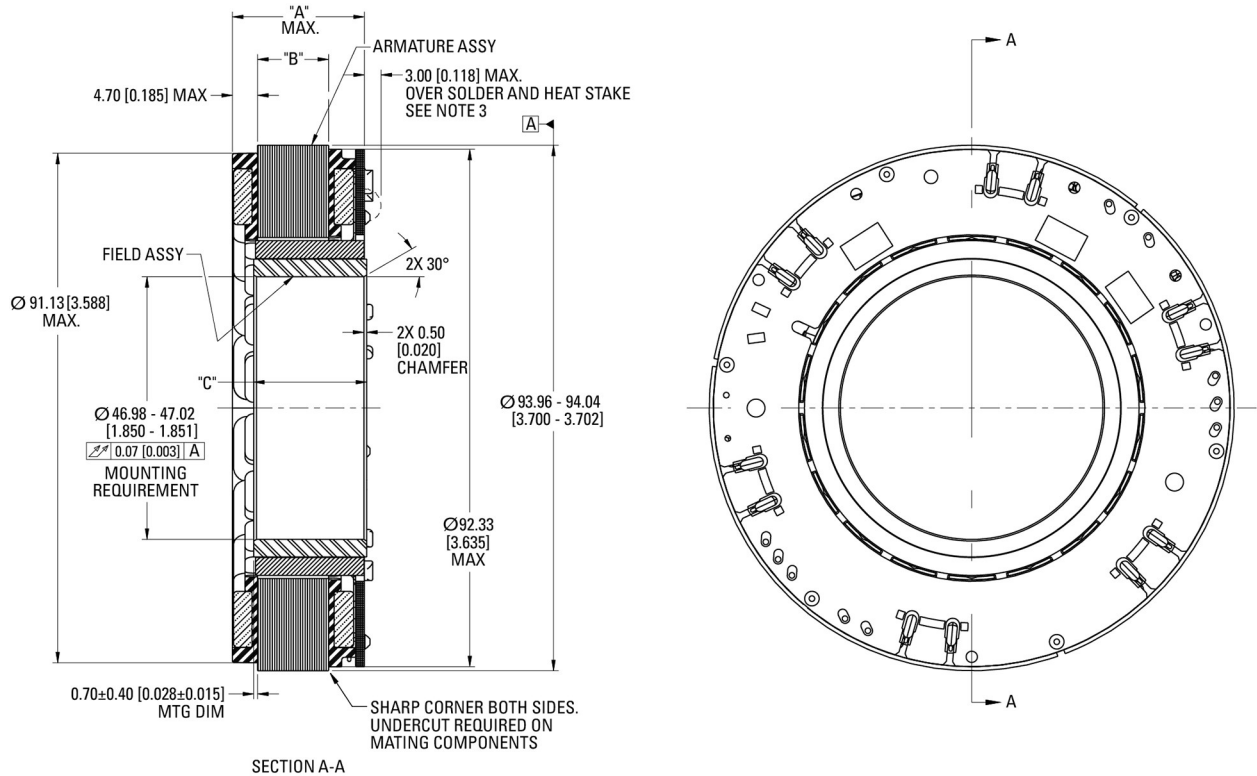
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.7.4 TBM2G-094 Frameless Motor Performance Curves





9.7.5 TBM2G-094 Frameless Motor Outline Drawing



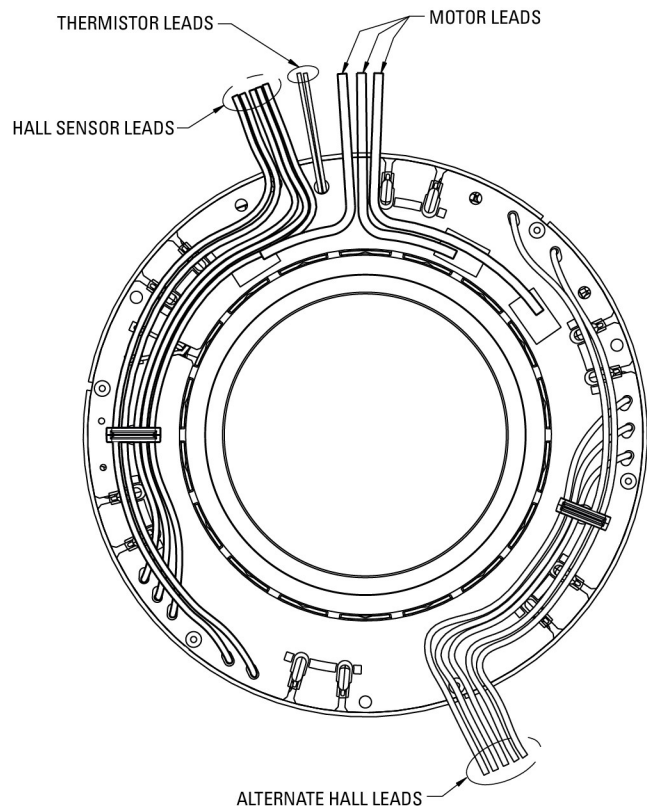
Stack Specific Dimensional Data

MODEL	"A" MAX.	"B" REF ±0.35 [0.014]	"C" ±0.08 [0.004]
TBM2G-09408	19.69 [0.775]	8.2 [0.323]	15.73 [0.619]
TBM2G-09413	24.19 [0.952]	12.70 [0.500]	20.23 [0.797]
TBM2G-09426	37.79 [1.488]	26.30 [1.035]	33.33 [1.312]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.7.6 TBM2G-094 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#14 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 11.3 [0.445]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options

PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

9.8 TBM2G-115 Data & Drawings

9.8.1 TBM2G-11508 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	1.90	1.90	1.90
			lb-in	16.8	16.8	16.8
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.57	22.8	39.6
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	1.51	1.51	1.51
			lb-in	13.4	13.4	13.4
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.40	17.0	29.4
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	4.70	4.69	4.68
			lb-in	41.6	41.5	41.4
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	13.7	68.3	118.2
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.50	1.22	0.97
			lb-in	13.3	10.8	8.58
Rated Speed		Nrtd	rpm	300	2500	3400
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.047	0.319	0.345
			Hp	0.063	0.428	0.463
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.90	1.75	1.49
			lb-in	16.8	15.5	13.2
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	2400	4500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.040	0.441	0.704
			Hp	0.053	0.591	0.944
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	1.46	0.95	0.93
			lb-in	12.9	8.40	8.23
Rated Speed		Nrtd	rpm	800	3400	3100
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.123	0.338	0.302
			Hp	0.164	0.453	0.405

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	1.87	1.34	1.17
			lb-in	16.6	11.9	10.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	700	5400	5800
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.137	0.759	0.711
			Hp	0.184	1.02	0.954
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.417	0.083	0.048
			lb-in/Arms	3.69	0.74	0.43
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.467	0.093	0.054
			lb-in/Arms	4.13	0.83	0.48
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	25.2	5.04	2.91
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	28.2	5.64	3.26
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.310	0.310	0.310
			lb-in/ $\sqrt{W}$	2.74	2.74	2.74
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.51	0.061	0.020
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	3.29	0.13	0.04

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	1.600
		lb-in-s ²	1.42E-03
Weight (7)	W	kg	0.644
		lb	1.420
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.83
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	12" x 12" x 0.5" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.69" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.8.2 TBM2G-11513 Frameless Motor Specifications

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	3.04	3.04	3.04
			lb-in	26.9	26.9	26.9
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.75	23.8	41.2
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	2.40	2.40	2.40
			lb-in	21.2	21.2	21.2
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.51	17.6	30.4
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	7.41	7.41	7.41
			lb-in	65.6	65.6	65.6
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	14.2	71.0	123
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.38	2.09	1.55
			lb-in	21.1	18.5	13.8
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	1600	2800
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.050	0.351	0.456
			Hp	0.3067	0.470	0.611
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	3.04	2.90	2.64
			lb-in	26.9	25.5	23.4
Rated Speed		Nrtd	rpm	100	1500	2800
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.032	0.455	0.774
			Hp	0.043	0.610	1.04
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	2.35	1.53	1.51
			lb-in	20.8	13.5	13.3
Rated Speed		Nrtd	rpm	500	2800	2600
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.123	0.448	0.410
			Hp	0.165	0.601	0.550

Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	3.02	2.48	1.89
			lb-in	26.7	22.0	16.7
Rated Speed		Nrtd	rpm	400	3400	4900
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.126	0.884	0.969
			Hp	0.17	1.19	1.30
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.641	0.128	0.074
			lb-in/Arms	5.67	1.13	0.66
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	0.718	0.144	0.083
			lb-in/Arms	6.36	1.27	0.73
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	38.8	7.75	4.48
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	43.4	8.68	5.01
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.464	0.464	0.464
			lb-in/ $\sqrt{W}$	4.10	4.10	4.10
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	1.60	0.064	0.021
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	4.88	0.20	0.07

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	2.080
		lb-in-s ²	1.84E-03
Weight (7)	W	kg	0.838
		lb	1.847
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.60
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	12" x 12" x 0.5" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	1.86" x 0.25" Aluminum Housing		

1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.8.3 TBM2G-11526 Frameless Motor Specifications

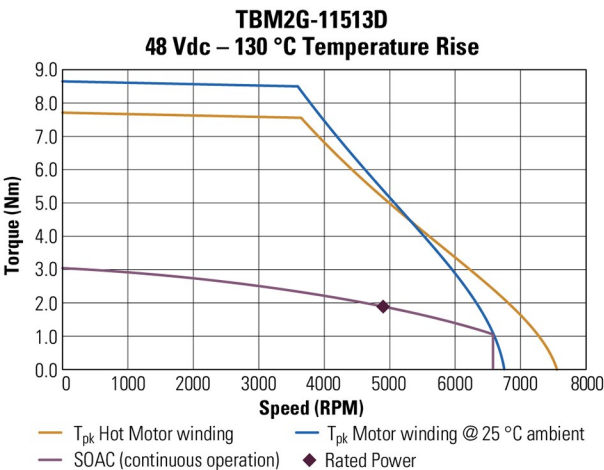
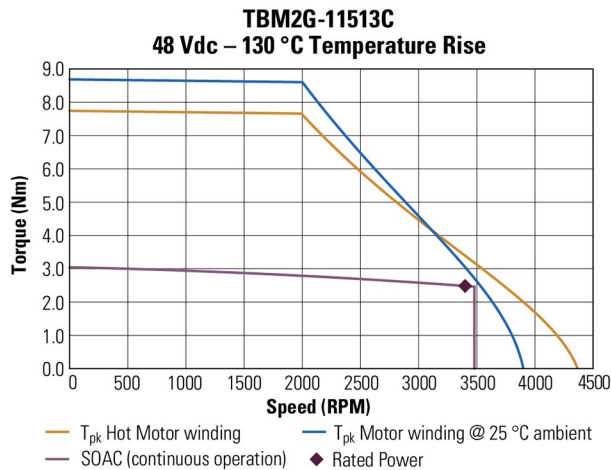
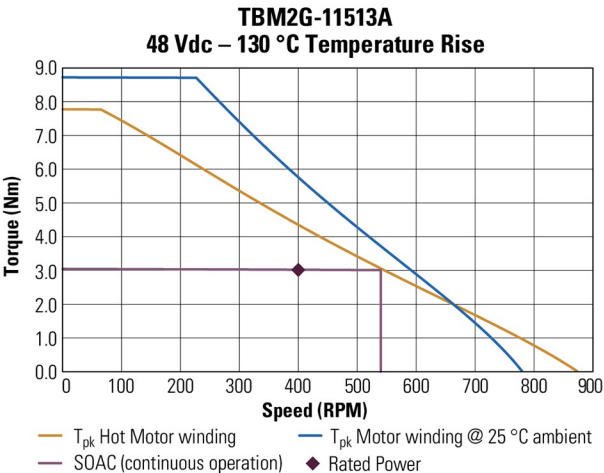
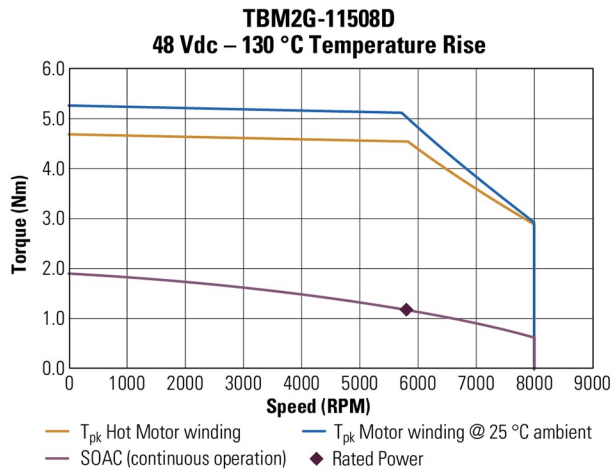
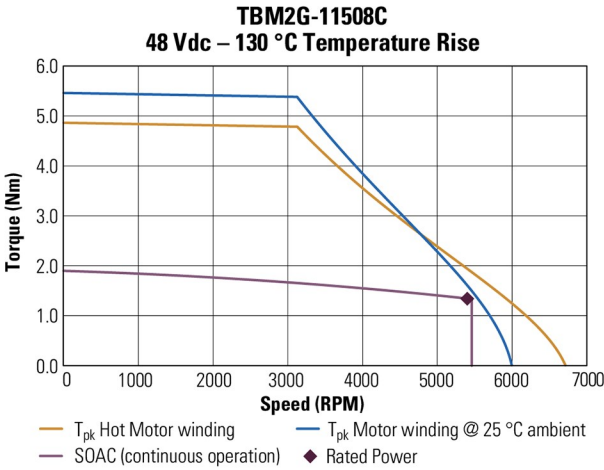
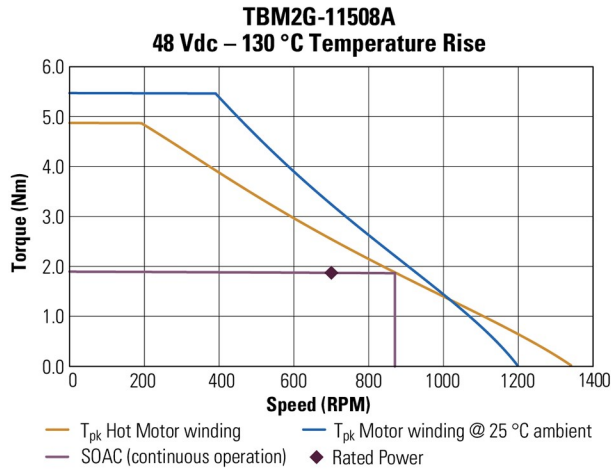
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
Rated Equivalent Line Voltage (6)(8)		V bus	V dc	48	48	48
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Tmc1	Nm	6.03	6.03	6.03
			lb-in	53.3	53.3	53.3
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 130°C (1)(4)(6)(8)		Imc1	Arms	4.81	24.0	41.6
Max Cont. Torque for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Tmc2	Nm	4.71	4.71	4.71
			lb-in	41.7	41.7	41.7
Max Cont. Current for ΔT wdg. = 60°C (2)(4)(6)(8)		Imc2	Arms	3.51	17.5	30.4
Max mechanical speed		Nmax	rpm	8000	8000	8000
Peak Torque (1)(4)		Tp	Nm	12.7	14.5	14.5
			lb-in	112	128	128
Peak Current (6)(8)		Ip	Arms	12.6	71.9	125
24 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	-	4.41	3.81
			lb-in	-	39.0	33.8
Rated Speed		Nrtd	rpm	-	800	1500
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	-	0.369	0.599
			Hp	-	0.495	0.803
24 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	-	5.89	5.63
			lb-in	-	52.1	49.8
Rated Speed		Nrtd	rpm	-	700	1400
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	-	0.432	0.825
			Hp	-	0.579	1.106
48 V DC @ 85°C						
Rated Torque (speed) (2)(3)		Trtd	Nm	4.67	3.45	3.01
			lb-in	41.3	30.6	26.7
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	1800	2000
Rated Power (speed) (2)(3)		Prtd	kW	0.098	0.651	0.631
			Hp	0.131	0.873	0.846

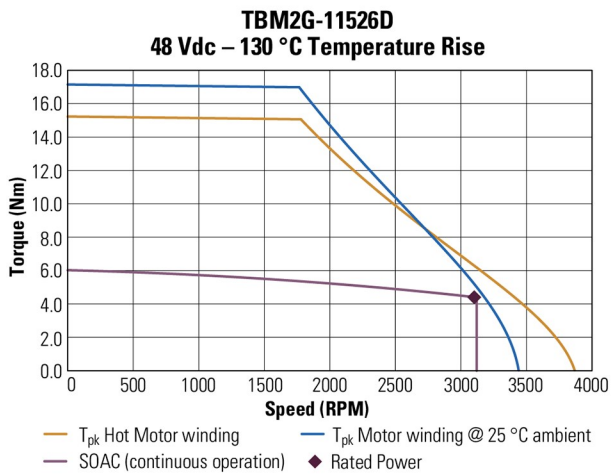
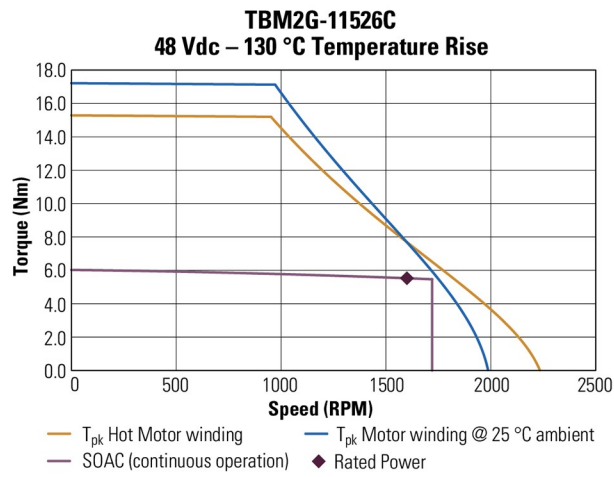
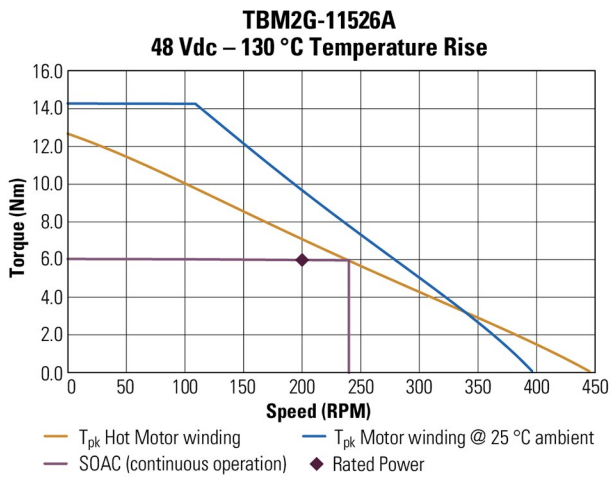
Parameters	Tol	Symbol	Units	A	C	D
48 V DC @ 155°C						
Rated Torque (speed) (1)(3)		Trtd	Nm	6.01	5.52	4.41
			lb-in	53.2	48.9	39.1
Rated Speed		Nrtd	rpm	200	1600	3100
Rated Power (speed) (1)(3)		Prtd	kW	0.126	0.925	1.43
			Hp	0.169	1.241	1.922
Hot Torque Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	1.26	0.252	0.145
			lb-in/Arms	11.1	2.23	1.29
Cold Torque Constant (5)(8)	+/- 10%	Kt	Nm/Arms	1.41	0.282	0.163
			lb-in/Arms	12.5	2.50	1.44
Hot Back EMF Constant (1)(6)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	76.2	15.2	8.79
Cold Back EMF Constant (5)(8)	+/- 10%	Ke	Vrms/krpm	85.3	17.1	9.8
Motor Constant (5)	Nom	Km	Nm/ $\sqrt{W}$	0.802	0.802	0.802
			lb-in/ $\sqrt{W}$	7.09	7.09	7.09
Resistance (line-line) (5)(8)	+/- 10%	Rm	Ω	2.06	0.083	0.028
Inductance Q-Axis (line-line) (6)(8)	+/- 20%	Lqll	mH	9.68	0.39	0.13

Parameters	Symbol	Unit	Value
Inertia (7)	Jm	kgcm ²	3.550
		lb-in-s ²	3.14E-03
Weight (7)	W	kg	1.43
		lb	3.15
Thermal resistance	Rthw-a	°C/W	1.21
Pole Pairs	PP		10
Heatsink Size	12" x 12" x 0.5" Aluminum Plate		
Housing Geometry [L x T]	2.40" x 0.25" Aluminum Housing		

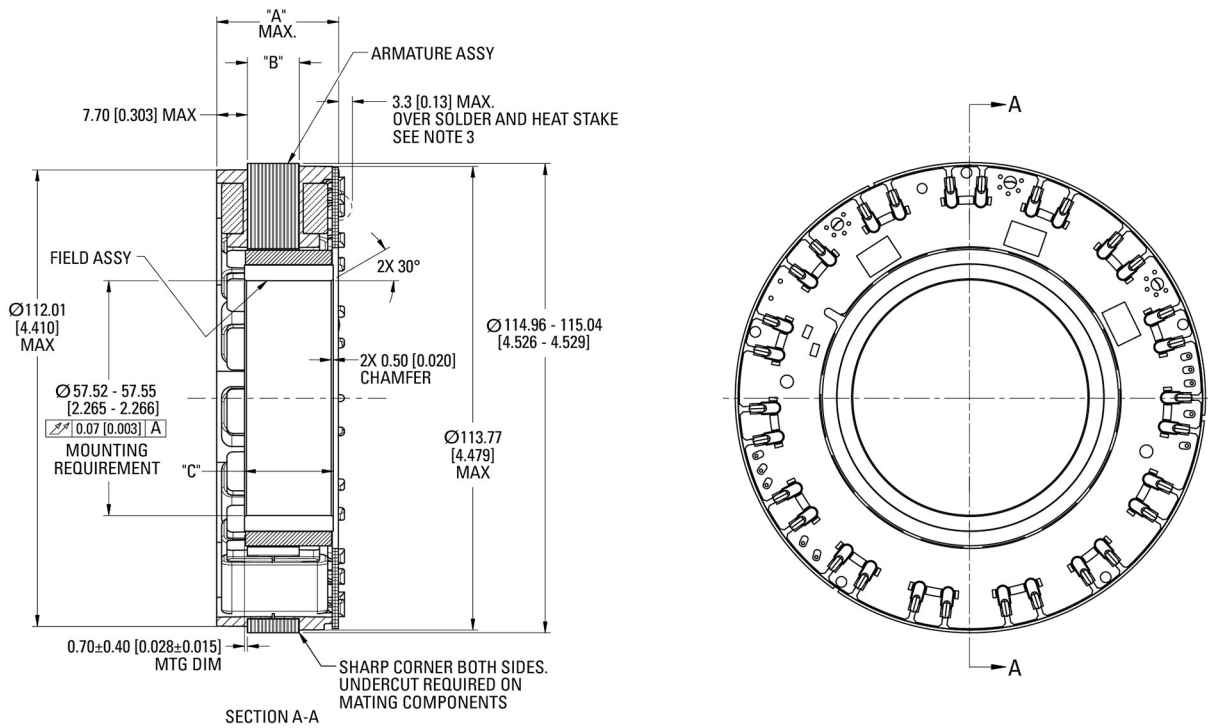
1. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 130^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
2. Motor winding at temp. rise, $\delta T = 60^{\circ}\text{C}$, at 25°C ambient
3. All data referenced to sinusoidal commutation
4. May be limited at some values of V_{bus}
5. Measured at 25°C (without leads)
6. All values measured without leads
7. Estimated value
8. With housing and heat sink

9.8.4 TBM2G-115 Frameless Motor Performance Curves





9.8.5 TBM2G-115 Frameless Motor Outline Drawing



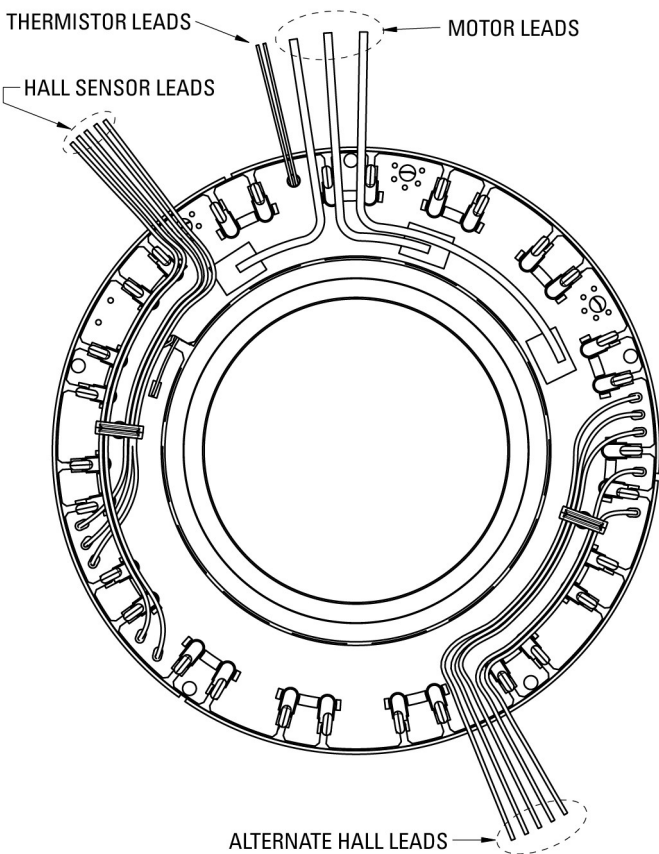
Stack Specific Dimensional Data

MODEL	"A" MAX.	"B" REF ± 0.35 [0.014]	"C" ± 0.08 [0.004]
TBM2G-11508	26.29 [1.035]	8.2 [0.323]	17.26 [0.679]
TBM2G-11513	30.79 [1.212]	12.70 [0.500]	21.76 [0.856]
TBM2G-11526	44.39 [1.747]	26.30 [1.035]	35.36 [1.392]

Notes:

1. All dimensions are in mm [inches] and are for reference only.
2. Motor supplied as two separate components: armature and sensor assembly and field assembly.
3. Customer must provide 0.25 [0.010] min. clearance from all solder and heat stakes.

9.8.6 TBM2G-115 Series Optional Lead Specifications



Motor Leads
#14 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
3 Leads, 0.5 m Length
1 - Red, 1 - White, 1 - Black
Minimum Motor Lead Bend Radius 7.37 [0.290]

Hall Sensor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
5 Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Thermistor Leads
#26 AWG, ETFE Coated, Per UL Style 10086
2 White Leads, 0.5 m Length
Minimum Lead Bend Radius 4.95 [0.195]

Connection Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	0.5 m
N	No leads

Sensor Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
H	Hall Sensor
N	No Device

Thermal Device Options	
PN Lead Designation	Lead Length (Min)
A	PT1000
B	3x PTC Devices
N	No Device

10 Approvals

Certificates can be found on KDN (the Kollmorgen Developer Network) on the [Approvals](#) page.

10.1 EC Declaration of Conformity

KOLLMORGEN

Technical Notice TBM2G CE Certification

Kollmorgen has reviewed the CE requirements for marking the **TBM2G** Frameless Motor product line. After review and consultation, it is determined that the TBM2G is a parts set, and does not constitute a full motor until it is in the customer's final assembly. Since the relevant standards only apply to complete motors, Kollmorgen cannot apply the CE mark to the product.

Product Identification

Product: TBM2G– Stator and rotor assemblies
 Series: Kollmorgen TBM2G-NNNxx followed by numbers and letters.
 Models covered: TBM2G-050xx, TBM2G-060xx, TBM2G-068xx, TBM2G-076xx, TBM2G-085xx, TBM2G-094xx, and TBM2G-115xx

Manufacturer Kollmorgen Corporation
 Address: 501 Main Street
 Radford, VA 24141- 4099
 Country: USA

European Harmonized Standards

This product is designed to meet the following safety standards when properly installed in a final assembly.
 EN 60034-1:2010 Rotating Electrical Machines - Part 1: Rating and performance
This includes Safety and EMC requirements
 EN 60034-18-1:2010 Rotating electrical machines - Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems - General guidelines
This includes use of a class F UL rated insulation system KM-155-T2G, UL File number E301483

CE mark is not applicable to the TBM2G part set.

These products comply with the Low Voltage Directive 2014/35/EU for installation in a machine. Safety depends upon installing and configuring the parts set into a motor per the manufacturer's recommendations. The machine in which this product is to be installed must conform to the provisions of the EMC Directive 2014/30/EU. The installer is responsible for ensuring that the end product complies with the EMI requirements and all the relevant laws in the country where the equipment is installed

Each part set has been designed, built, and tested to meet the requirements of EN 60034-1 as the most appropriate standard.

Signed:
 Name:
 Title:



David Digby Empson
 Compliance Engineer

21 June, 2022

201 W. Rock Road
 Radford, VA 24141
 USA

201 West Rock Road • Radford, VA 24141 • Tel: 540.639.2495 • www.kollmorgen.com



TBM2G Nomenclature TBM2G - 060 13 A - A N A A - 00

Available Motor	
Motor Series	TBM2G
Frame	050 060 068 076 085 094 115
Size in mm	50 60 68 76 85 94 115
Lamination Stack Length	
08 = 8.2 mm stack	* * * * *
13 = 12.7 mm stack	* * * * *
26 = 26.3 mm stack	* * * * *
Motor Winding	
A = Wye Connected	* * * * *
C = Parallel Wye Connected	* * * * *
D = Parallel Delta Connected	* * * * *

Available Options	
Motor Series	TBM2G
Frame	050 060 068 076 085 094 115
Thermal Device	
N = None	* * * * *
A = PT1000	* * * * *
B = 3 PTC's	* * * * *
Sensor Option	
N = None	* * * * *
H = Hall Sensors	* * * * *
A = Hall Sensors (Alternate Location)	* * * * *
Lead Options	
N = None	* * * * *
A = 0.5 m Flying Leads	* * * * *
Field Options	
A = Standard	* * * * *
Custom Options	
00 = Standard	* * * * *

Kollmorgen will add additional windings and lead options not necessarily included in this table but still covered by this Technical Notice.

10.2 Conformance with uL

Recognized for USA and Canada in **File E61960**.

10.3 Conformance with CE

The motors have been tested by an authorized testing laboratory in a defined configuration. Any divergence from the configuration and installation described in this documentation means that the user will be responsible for carrying out new measurements to ensure conformance with regulatory requirements.

NOTICE

Feedback systems and contacts must not be tested with high voltage. Feedback systems are not suitable for high voltage testing, it is allowed to exclude sensitive electronic components from these tests. Feedback systems might be destroyed during a high voltage test.

NOTE

CE Declaration of Conformity can be found on the Kollmorgen website.

Kollmorgen declares the conformity of the product series TBM2G with the following directives:

- **EC Directive 2014/35/EU, Low voltage**
- **EC Directive 2014/30/EU, Electromagnetic compatibility**

10.4 Conformance with EAC

EAC is the abbreviation for EurAsian Conformity. The mark is used in the states of the Eurasian Customs Union (Russia, Belarus, Kazakhstan) similar to the European CE mark.

Kollmorgen declares, that the TBM2G has passed all required conformity procedures in a member state of the Eurasian Customs Union, and that the TBM2G meets all technical requirements requested in the member states of the Eurasian Customs Union :

- Low voltage (TP TC 020/2011)
- Electromagnetic Compatibility (TP TC 004/2011)

Contact in Russia:

Intelligence Automatics LLC. , Bakuninskaya Str. d 14, Building 1, RU-105005 Moskau

10.5 Conformance with RoHS

Directive 2011/65/EC of the European Union on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS) became operative as from the 3rd of January, 2013. Following substances namely are involved

Lead (Pb), Cadmium (Cd), Hexavalent chromium (CrVI), Polybrominated biphenyls (PBB), Polybrominated diphenyl ethers (PBDE), Mercury (Hg)

The TBM2G motor series is manufactured RoHS conformal.

10.6 Conformance with REACH

EU Regulation no. 1907/2006 deals with the registration, evaluation, authorisation and restriction of chemical substances 1 (abbreviated to "REACH").

TBM2G motors do not contain any substances (CMR substances, PBTsubstances, vPvB substances and similar hazardous substances stipulated in individual cases based on scientific criteria) above 0.1 mass percent per product that are included on the candidate list.

About KOLLMORGEN

Kollmorgen is a leading provider of motion systems and components for machine builders. Through world-class knowledge in motion, industry-leading quality and deep expertise in linking and integrating standard and custom products, Kollmorgen delivers breakthrough solutions that are unmatched in performance, reliability and ease-of-use, giving machine builders an irrefutable marketplace advantage.



Join the [Kollmorgen Developer Network](#) for product support. Ask the community questions, search the knowledge base for answers, get downloads, and suggest improvements.

North America

KOLLMORGEN

201 West Rock Road
Radford, VA 24141, USA

Web: www.kollmorgen.com
Mail: support@kollmorgen.com
Tel.: +1 - 540 - 633 - 3545
Fax: +1 - 540 - 639 - 4162

Europa

KOLLMORGEN Europe GmbH

Pempelfurtstr. 1
40880 Ratingen, Germany

Web: www.kollmorgen.com
Mail: technik@kollmorgen.com
Tel.: +49 - 2102 - 9394 - 0
Fax: +49 - 2102 - 9394 - 3155

South America

KOLLMORGEN

Avenida João Paulo Ablas, 2970
Jardim da Glória, Cotia – SP
CEP 06711-250, Brazil

Web: www.kollmorgen.com
Mail: contato@kollmorgen.com
Tel.: +55 11 4615-6300

China and SEA

KOLLMORGEN Asia

Room 302, Building 5, Lihpao Plaza,
88 Shenbin Road, Minhang District,
Shanghai, China

Web: www.kollmorgen.cn
Mail: sales.china@kollmorgen.com
Tel.: +86 - 400 668 2802