

برای ممیزی فنی و مهندسی، یک لیست BOM مبنا برای موتور الکتریکی بدون جاروبک صنعتی (BLDC) با توان ۱ کیلووات طراحی شده است تا تمامی نقاط ریسک، قطعات مفقوده و فرصت‌های کاهش هزینه بررسی شوند.

لیست BOM مورد بررسی (Baseline BOM)

ردیف	شرح قطعه	تعداد	پارت نامبر (MPN) / مشخصات	تامین‌کننده	قیمت واحد (\$)
۱	ورق‌های هسته استاتور	۱	-Custom Machined Core v2	کارگاه تراشکاری داخلی	۴۲/۰۰
۲	سیم مس شارژ استاتور (18 AWG)	m۱۵۰	C-35-MW	Superior Essex	/ ۰/۱۲ متر
۳	مجموعه روتور با مگنت نئودیم	۱	-Custom-N42SH Shaft	MagnetCorp	۶۸/۰۰
۴	بلبرینگ سمت شفت (Drive End)	۱	RS2-6204	SKF	۴/۵۰
۵	بلبرینگ سمت انتها (Drive -Non) (End)	۱	ZZ-6204	NSK	۴/۱۰
۶	پوسته و بدنه آلومینیومی	۱	Custom Cast 6061-AL	کارگاه تراشکاری داخلی	۳۵/۰۰
۷	درپوش جلویی (Front Shield)	۱	001-FR-ES	ساخت داخل	۱۲/۰۰

۸	پیچ آلن درپوش جلو	۴	M4 x 16mm Titanium Grade 5	Specialty Fasteners	۱/۸۵
۹	پیچ آلن درپوش عقب	۴	M4 x 16mm Stainless Steel 304	Carr-McMaster	۰/۲۲
۱۰	خار خاردار شفت (Shaft Key)	۱	Custom Machined Flat Key	کارگاه تراشکاری داخلی	۳/۵۰
۱۱	برد سنسور هال (PCB)	۱	Rev1-PCB-Hall	ساخت داخل	۸/۵۰
۱۲	آی سی سنسور اثر هال	۳	Allegro A3144 (EOL)	Allegro	۰/۴۵
۱۳	گلند کابل ورود لیدها	۱	PG9 Nylon	نامشخص (Unspecified)	۰/۶۰

نتایج ممیزی مهندسی محصول

۱. قطعات مفقوده (Missing Components)

- واشر فنری (Wave Spring) و خار فنری (Circlip): هیچ قطعه‌ای برای اعمال بار اولیه (Preload) روی بلبرینگ‌ها (۶۲۰۴) وجود ندارد که باعث بازی محوری شفت و خرابی سریع بلبرینگ می‌شود.
- اورینگ و کاسه‌نمد (Rings-Seals & O): کاسه‌نمد جلوی شفت و اورینگ‌های بدنه برای استاندارد حداقل 54IP مفقود هستند.
- خمیر/پد سیلیکونی حرارتی (TIM): عدم وجود رابط حرارتی بین استاتور و بدنه آلومینیومی، انتقال حرارت را دچار مشکل می‌کند.
- واشر و پیچ اتصال زمین (Grounding Fastener): پیچ ایمنی برای اتصال زمین بدنه لحاظ نشده است.

۲. اقلام تکراری و ناهماهنگ (stenciesDuplicate Entries & Inconsi)

- ردیف ۸ و ۹: برای درپوش جلو از پیچ تیتانیومی (وبر/یعقباز/استیل ۳۰۴) (۱/۸۵ ۰/۲۲) استفاده شده است. وظیفه مکانیکی هر دو یکسان است. یکسان‌سازی همه به استیل ۳۰۴ inventory complexity را کاهش می‌دهد.

۳. قطعات سفارشی در برابر قطعات استاندارد بازار (rd vs. Catalog ItemsStanda-Non)

- ردیف ۱۰ (خار شفت): قطعه سفارشی با هزینه \$۳/۵۰ را می‌توان با خار استاندارد DIN 6885A با قیمت \$۰/۱۵ جایگزین کرد.
- ردیف ۱ (هسته استاتور): ماشین‌کاری سفارشی هزینه را بالا برده است. استفاده از ورقه لایه لایه استاندارد IEC 80 هزینه را تا ۴۰٪ کاهش می‌دهد.

۴. ریسک تامین تک‌منبعی (Source Risks-Single)

- ردیف‌های ۱، ۶ و ۱۰: اتکا به یک کارگاه تراشکاری محلی برای قطعات اصلی بدنه و استاتور خطر گلوگاه تولید (Bottleneck) دارد.

۵. قطعات منسوخ‌شده و بدون پارت نامبر مشخص (Obsolescence & Unspecified MPNs)

- ردیف ۱۲ (سنسور هال): قطعه 3144Allegro A منسوخ (EOL) شده است. جایگزین پیشنهاد شده: AH337-7-WG یا DRV5013.
- ردیف ۱۳ (گلد کابل): فاقد MPN دقیق از سازنده است (علامت‌گذاری شده با نام‌مشخص). پیشنهاد: Lapp Kable 53015010.

تخمین کاهش هزینه‌ها از طریق استانداردسازی

میزان صرفه‌جویی در هر موتور	هزینه پس از اصلاح	هزینه فعلی قطعات	تغییرات پیشنهادی
	\$۵/۶۴+	vert{\ } \ \$۷/۴۰ \$۱/۷۶	یکسان‌سازی پیچ‌ها (جایگزینی تیتانیوم با استیل ۳۰۴)
	\$۳/۳۵+	vert{\ } \ \$۳/۵۰ \$۰/۱۵	استفاده از خار استاندارد DIN (به جای سفارشی)
	\$۰/۸۰+	vert{\ } \ \$۸/۶۰ \$۷/۸۰	تجميع سفارش بلبرینگ‌ها (خرید عمده RS2-6204)
	\$۱۷/۰۰+	vert{\ } \ \$۴۲/۰۰ \$۲۵/۰۰~	اصلاح روش تولید استاتور
~\$۲۶/۷۹ در هر دستگاه (~۱۸٪ کاهش هزینه)	—	—	مجموع صرفه‌جویی کل