



İnsansı Robotlar İnşa Etmek: Tasarımdan Teslimata

İnsan vücudu, hemen hemen her araziye geçme yeteneğinden, dürbün görüşünün keskinliğine ve derinliğine, nesneleri tutma ve alet kullanmadaki inceliğine ve el becerisine kadar bir harikadır. İnsanlar tarafından ve insanlar için oluşturulan ortamlar, bu özelliklerden en iyi şekilde yararlanmak için tasarlanmıştır.

Bu tür ortamlar, en gelişmiş üretimsel, depolamayla ilgili ve diğer endüstriyel düzenlemelerde bile yaygındır. Yüksek derecede otomasyona rağmen, her biri belirli bir amacı gerçekleştirmek üzere tasarlanmış birden fazla sabit otomasyon sistemi arasındaki boşlukları doldurmak için hâlâ bir insan iş gücüne ihtiyaç vardır. Genellikle günden güne değişen insan merkezli görevler, otomatikleştirilmiş süreçler arasında köprü kurmak ve tüm operasyonun sürekliliğini ve performansını sağlamak için esnek ve otonom hareket gerektirir.

Sorun, insan gücünün ve dayanıklılığının sınırlı olmasıdır. Bu görevlerde çalışan insanlar yaralanabilir. Zorlu ve bazen tehlikeli işlerde ciro yüksektir. Sonuç olarak, iş gücünde boşluklar açılabilir, bu da tedarik ve üretimi ciddi şekilde kesintiye uğratabilir.

Gerekli insan merkezli görevler, fabrikada veya depoda büyük masraflar ve kapsamlı değişiklikler olmadan daha fazla tek amaçlı makine eklenerek gerçekleştirilemez. Ancak bu görevler, insansı robotlar için ideal uygulamalardır; gerçek insanları angarya ve potansiyel tehlikelerden kurtarıırken iş gücü kıtlığı

konusundaki endişeleri ortadan kaldırır, böylece insanlar daha yaratıcı rolleri doldurabilirler.

Bu nedenle, eskiden bilim kurgu fantezileri ve tema parkı animatronikleriyle ilişkilendirilen insansı robotlar, hayati bir araştırma ve geliştirme alanı haline geldi. Sadece son 10 yılda, insansı teknoloji, birçok akademik ekibin, yeni kurulmuş ve gelişmekte olan şirketlerin ve yerleşik firmaların, insanları zarar görmekten kurtarıırken iş yerlerini dönüştürmeyi vaat eden insansılar geliştirdiği noktaya kadar ilerledi.

İnsansı yeteneklerde devam eden devrim, görüş sistemleri, dokunsal ve propriyoseptif sensörler, batarya gücü yoğunluğu, yapay zeka algoritmaları, işlem hızı ve diğer teknolojilerdeki gelişmelerden kaynaklanıyor. Bununla birlikte, kritik faktör her zaman harekettir. Bir robotun uzuvları, sistemin duysal girdilerine ve hareket komutlarına hız, güç, hassasiyet ve hatta incelikle yanıt veremiyorsa, işini tatmin edici bir şekilde yerine getiremez. Motorlar ve motor tahrikli aktüatörlerdeki gelişmeler, insan merkezli robotik tasarımlarda süregelen devrimin temelini oluşturmaktadır.

İnsansı hareket zorlukları hem teknik hem de ticaridir

Hızla genişleyen insansı robotlar alanında mühendisler, potansiyel rakiplerden önce uygun maliyeti korurken yeni yetenekler sunabilecek tasarımları hızla geliştirme baskısı altındadır. Bu geliştirme ortamında, başarılı bir prototipe ulaşmak için her şey hızlı tasarım ve yinelemeye bağlıdır. Ancak bu prototipleme aşamasında, ilgili hareket zorluklarının gerçek kapsamı ortaya çıkıyor.

Optimum hareket performansına sahip bir robot tasarlamak yeterince zahmetlidir. Son derece üretilebilir bir şekilde tasarlamak, zorluğa başka bir boyut katmaktadır. Tasarım ekipleri performans ile pazarlanabilirliği bağdaştıramadığında proje risk altına girer. Başarılı bir prototip, başlangıçtan itibaren hem teknik hem de ticari hususları ele almalıdır.

Teknik açıdan bakıldığında, robotik hareket için özel olarak tasarlanmamış hareket ürünleri çok büyük, çok ağır olabilir ve insan ölçeğinde insan benzeri görevleri yerine getirmenin kinematik gereksinimlerine uygun olmayabilir. Örneğin, tasarımcılar, orijinal olarak dronlarda kullanılmak üzere tasarlanmış, yaygın olarak ulaşılabilen motorlar oluşturmak isteyebilirler. Ancak bu motorlar nispeten yüksek devirde çalışacak şekilde tasarlanmıştır ve insansı kol ve bacak eklemleri için gereken tam hız aralığında tutarlı tork sağlayamaz.

Ticari bir bakış açısından, üretilebilirlik ve pazarlanabilirlik için tasarım yapmak en başından itibaren kritik öneme sahiptir. Düşük bir fiyata yaklaşık uyum sağlayan bir motor, tasarım mühendislerinin sıkı zaman çizelgelerine uymalarına ve bütçeleri karşılamasına yardımcı olabilir. Bununla birlikte, robot optimumun altında performans gösterirse ve uygun fiyatlı kullanıma hazır bir motor tutarlı kalitede üretilmez ve etkili teknik destekle desteklenmezse, tasarım aşamasındaki bir pazarlık, pazarda bir yükümlülük haline gelir.

Öte yandan, yüksek kaliteli özel bir çözüm, maliyetleri önemli ölçüde artırdığından ve hacimli üretime ölçeklenemeyebileceğinden riski artırır.

Ancak bu performans ve pazar riskleri kaçınılmaz değildir. Teknik ve ticari zorluklar birbirine zıt gibi görünebilir, ancak her ikisi de hem performans hem de üretilebilirlik gereksinimlerine dayalı hareket ürünlerini belirleyen optimize edilmiş bir geliştirme stratejisi aracılığıyla çözülebilir.



Sistem düzeyinde bir hareket stratejisiyle başlayın

Hareket kararları, sistemin genelini dikkate almalıdır. İnsansı hareket için gereken performans seviyelerinde, bir motor sadece bir motor değildir. En yüksek verimlilikle çalışırken insansı bir robot eklemının gerektirdiği dinamik hızlanma patlamalarına yanıt verme yeteneği de dahil olmak üzere biçim, ağırlık ve son derece spesifik performans özellikleri için optimize edilmelidir. Daha önce de belirttiğimiz gibi, bu kriterleri karşılamalı ve aynı zamanda ticari kullanıma hazır bir çözümün uygun maliyeti ve üretilebilirliğini korumalıdır.

İdeal motor spesifikasyonunu elde etmek için, tam dinamik tork ve hız aralığı, operasyonda karşılaşılabilecek muhtemel atalet yüklerinin genişliği ve ağırlık ve kurulum ayak izi için hedefler dahil olmak üzere her bir robotik eklemının uygulama gereksinimlerini anlayarak ve belgeleyerek başlayın.

Her bir eklemının dinamik gereksinimlerini anladıktan sonra, eklem tasarımı motoru belirleyerek değil, mekanik sistemi (döner veya doğrusal çalıştırma eklemi) ve dişli kutusu mimarisini belirleyerek başlayın. Bu özellikler, doğru motoru dişli sisteminizle nasıl eşleştireceğinizi belirleyecektir.

Örneğin, dişlilerdeki uyumluluk ve geri tepmenin potansiyel etkilerini düşünün. Bir endüstriyel otomasyon uygulamasında kabul edilebilecek hafif bir belirsizlik, son derece hassas ve zorlu görevleri yerine getirirken dengesini koruması beklenen insansı bir robotta sorunlu olabilir. Ya da en yetenekli insansılardan bile, tıpkı canlı bir insanın yaptığı gibi, dinamik bir dünyada bir şeye çarpmasının veya düşmesinin beklenilebileceğini düşünün. Seçtiğiniz dişlinin bu öngörülemez kuvvetlere ve yüklere dayanabilmesi gerekir.

Dişli tiplerine ilişkin kapsamlı bir tartışma bu makalenin kapsamı dışındadır. Bununla birlikte, döner eklemlerin insansı robotlarda en yaygın tip olduğunu ve ayak bileklerinin, dizlerin, kalçaların, omuzların, dirseklerin, bileklerin vb. hareketlerini taklit edecek şekilde birleştirildiğini dikkate alacağız. Gerinim dalgası dişlisi olarak da bilinen harmonik dişliler, bu döner eklemlerin gereksinimlerine son derece iyi hizmet eder.

Harmonik dişliler şunları sunar:

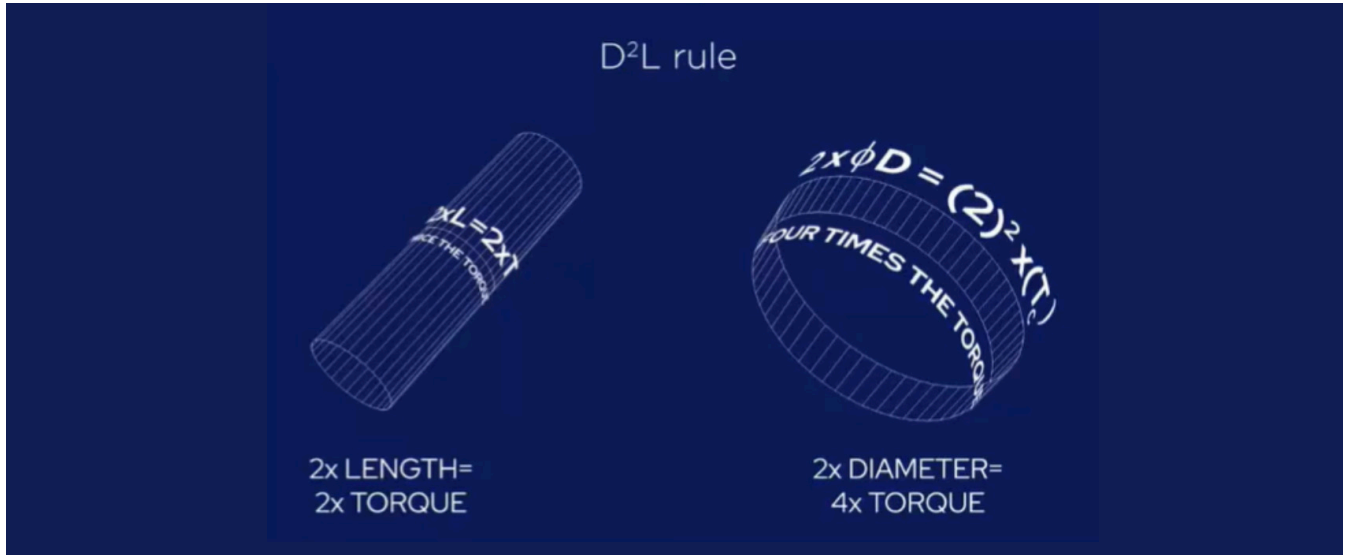
- Yüksek güç yoğunluğu ve sorunsuz hızlanma/ yavaşlama için tek kademedeki yüksek redüksiyon oranları.
- Doğru konumlandırma ve güvenilir tutuş için sıfır geri tepme.
- Kompakt ve çevik bir robot tasarımı sağlayan eksenel olarak en kompakt form faktörü.
- Darbe yükleriyle karşılaşıldığında güvenilirlik ve esneklik.
- Robotik eklemlerde kullanıma uygun ticari kullanıma hazır ürünlerde bulunabilirlik.

Dişli Tipi	Tork/Kuvvet	Geri tepme	Ağırlık	Verimlilik	Maliyet
Planet	Nötr	Negatif	Nötr	Pozitif	Pozitif
Harmonik	Pozitif	Pozitif	Pozitif	Negatif	Negatif
Sikloidal	Pozitif	Nötr	Negatif	Nötr	Negatif
Bilyalı Vida	Pozitif	Nötr	Pozitif	Nötr	Pozitif

Dişli redüktör tipleri ve göreceli özellikleri

Harmonik dişli seçerken, nispeten daha büyük dış çaplı bir dişli setinin tasarım gereksinimlerinizi karşılayıp karşılayamayacağını göz önünde bulundurun. Çapın artırılması, daha büyük çaplı bir motor kullanmanıza olanak tanıyarak D²L kuralından yararlanmanızı sağlar. Bu kural, torkun motor laminasyon istif uzunluğundaki bir artışla doğru orantılı şekilde veya alternatif olarak moment kolu çapındaki bir artışın karesi oranında arttığını belirtir.

Diğer bir deyişle moment kolunun çapı iki katına çıkarıldığında tork artışı dört kat olacaktır, veya alternatif olarak torkta bir kayıp olmadan istif uzunluğunun dörtte üç oranında azaltılmasına olanak tanır. D²L kuralı, her bir eklemenin torkunu en üst düzeye çıkarmanın basit bir yolunu sunar. Ayrıca, birçok tasarımda, bir robotik eklemenin eksenel uzunluğunun azaltılması, dar alanlarda ve etrafındaki dünyadaki nesnelere yakın bir yerde çalışmak için daha fazla açıklığa sahip daha çevik bir robota izin verir.



Geniş ölçekte üretilebilirlik ve pazarlanabilirlik için tasarım

Mantıklı bir eklem mimarisi tasarladıktan sonra, bir sonraki adım, bu mimarinin bileşenlerinin, hedeflediğiniz pazarın benimseyeceği bir robotun tam üretimine ölçeklenip ölçeklenemeyeceğini değerlendirmektir. Tasarımınızın ölçeklendirilebilecek kadar sağlam olup olmadığını ve seçtiğiniz bileşenlerin prototipten tam ölçekli üretime geçtiğinizde kolayca temin edilip edilemeyeceğini, işlevsel olarak en uygun ve mekanik olarak güvenilir olup olmayacağını kendinize sorun.

Kollmorgen'de, önde gelen seçim kriterleri olarak tasarım uygunluğu veya ürün fiyatlandırması ile zaman veya bütçe kısıtlamaları altında oluşturulan birçok prototip örneği gördük. Sonuçlar çok büyük, çok ağır ve performans açısından ortalamanın altında bir eklem tasarımı olduğunda, sonuç, tasarımı doğru yapmak için yeniden oluşturmak için daha fazla zaman ve para harcanması veya hatta projeyi tamamen terk etmektir. En kötü sonuç, tasarımı büyük bir masrafla ürünleştirmeye devam etmek, ancak pazarda reddedilmek zorunda kalmaktır.

Tasarımı en başından itibaren doğru yapmanın kısa ve uzun vadeli değerine inanıyoruz, böylece daha iyi ve daha kârlı bir ürünle pazara daha hızlı girebilirsiniz. Birçok şirket için bu, Ar-Ge'yi üretimden ayıran bir zihniyetin değiştirilmesini gerektiriyor. Gerçekte başarı, Ar-Ge ve üretimin ortak hedefler, kaynaklar ve süreçlerden oluşan bir süreklilik üzerine oturtulmasını gerektirir.

İşlevsel tasarıma ek olarak operasyonel mükemmellik, prototip oluşturma sürecine dahil edilmelidir. Projenizin başlangıcından itibaren, tasarımın nasıl gelişeceğini ve prototipten saha testine, düşük ölçekli ilk üretime ve ardından tam ölçekli üretime kadar nasıl ölçekleneceğini düşünün. Bu şekilde, gecikmelerden, aksiliklerden ve hatta tamamen yeniden tasarım ihtiyacından kaçınabilirsiniz.

Motorların seçilmesi, boyutlandırılması ve yapılandırılması ile ilgili olarak bu, hız, tork ve güç özelliklerine ek olarak çeşitli faktörlerin dikkate alınması anlamına gelir, örneğin:

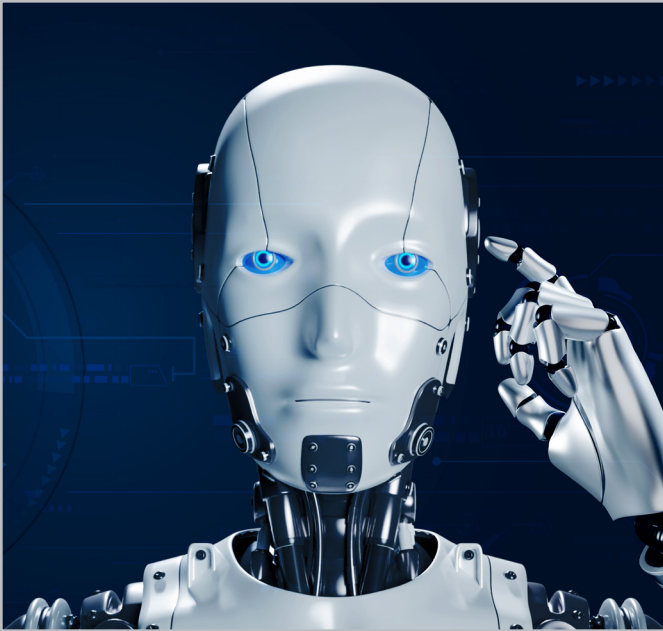
- İnsansı robotların çalıştığı oldukça değişken ortamlardaki dişli sisteminin yük karakteristikleri ve motora yerleştirilen performans gereksinimleri.
- Motor, dişli kutusu ve eklemin diğer bileşenleri arasındaki mesafe.
- Ortam çalışma sıcaklıkları, motorun sıcaklığının yükselmesi ve ısı dağılımı için her türlü hazırlık.
- Aşırı ısının motor performansını veya dişli yağları ve geri besleme elektroniği gibi yakındaki bileşenleri nasıl etkileyebileceği.
- Kabloların nereden geçtiği, geri besleme cihazlarının nasıl kurulduğu, yapıştırıcıların nasıl dağıtıldığı vb. açısından üretim sırası.

Bu ve diğer birçok faktör, üretilebilirlik için tasarım ilkelerini (DFM) içeren bir prototip tasarlarken kritik öneme sahiptir. Kollmorgen, hem kendi hareket sistemi tasarımı ve üretiminde hem de projelerini DFM için optimize etmeye yardımcı olmak üzere

müşterilerimizle mühendislik iş birliklerinde her zaman DFM'yi göz önünde bulundurarak çalışmıştır.

Yüzlerce yıllık kolektif deneyime sahibiz ve binlerce müşteri uygulamasıyla çalıştık, motorların uygulamanın performans gereksinimleri ve üretilebilirliği için optimize edilmesine yardımcı olduk. Kanıtlanmış süreçlerimiz, ilk tasarımdan prototip oluşturma ve yinelemeli tasarıma, nihai tasarım incelemelerine ve tam üretim ölçeklendirmesine kadar iş birliğini içerir ve müşterilere başından sonuna kadar yolunda giden bir proje konusunda güven verir.

Ayrıca, devamlı gelişen bir pazarın ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli yenilikler yaparken bile her yıl aynı özelliklere ve kaliteye sahip hareket ürünleri sunuyoruz. Hedefimiz her zaman yeni geliştirme girişimleri için optimum performans gösteren ürünler sunarken tam üretim ve satış sonrası hizmet gereksinimleri için gereken ürünlere sürekli erişim sağlamaktır.



İnsansı robotik alanında birçok sektör lideri, kendi denetimlerini gerçekleştirmek üzere üretim tesislerimizi ziyaret ederek süreçlerimizi, yeteneklerimizi ve ürünlerimizi kendileri için kanıtlamıştır. Kollmorgen her ziyarette beklentilerin ötesine geçmiştir.

Kollmorgen gövdesiz teknolojisini kullanın

Mekanik sistemler sonsuz çeşitlidir ve hareket ürünleri eşit ölçüde oluşturulmaz. Kollmorgen, üretilebilirlikten ödün vermeden her uygulamanın hassas performans gereksinimlerini karşılayan uygun maliyetli standart ve özel modifikasyonlarla, geniş bir boyut yelpazesinde en geniş robot uyumlu motor yelpazesini sunmaya kendini adanmıştır.

Kollmorgen'in taahhüdü ve uzmanlığı, en yüksek kaliteli motorlarda güvenilir performans ve her ölçekte güvenilir üretilebilirlik sunmaktır.

Örneğin, en önemli gereksinimlerden ikisi, insansı robotlar tipik olarak batarya gücüyle özerk olarak çalıştığından güç tüketimini en aza indirmek ve torku optimize etmektir, çünkü insan ve hatta insanüstü gücü son derece hassas bir şekilde uygulayan görevleri yerine getirirken kendi ağırlıklarını taşımaları gerekir.

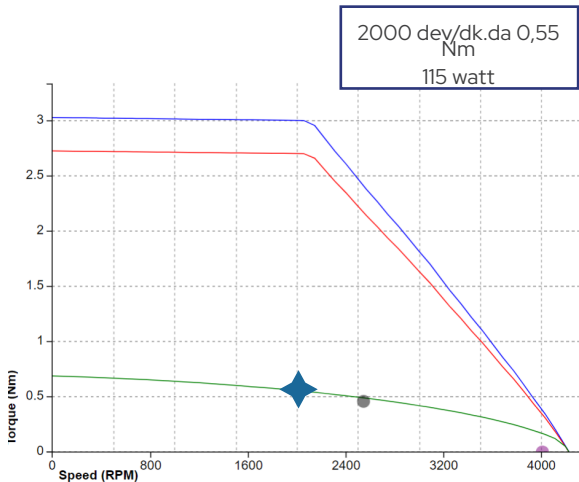
Kollmorgen, robotik eklemlerin gereksinimleri için özel olarak tasarlanmış gövdesiz motorlar sunar. Kompakt, hafif ve enerji tasarrufludurlar; her uygulamanın özel tork ve hız aralıklarında maksimum verimlilik için sarım özelliklerine ince ayar yapma seçeneği de dahildir.

Bu özellikler, robotik mühendislerinin daha küçük, daha hafif motorlarda optimum tork sağlayarak boyutu, ağırlığı ve enerji tüketimini en aza indirmelerine yardımcı olur. Hafif eklemler, robot dengesini ve stabilitesini geliştiren daha iyi ağırlık dağılımına izin verir. Eksenel olarak daha küçük eklemler, yapılar ve nesnelerle çarpma riskini azaltırken daha fazla robotik kol becerisi sağlar. Enerji verimliliği, batarya şarjları arasında daha uzun çalışma süreleri sağlar.

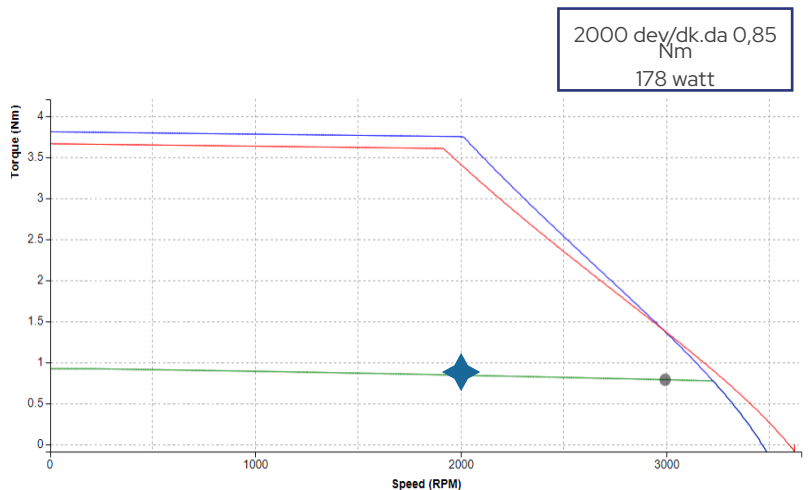
Örneğin, Kollmorgen'in robotik eklemlerin form faktörünü, enerji tüketimini ve performans gereksinimlerini karşılamak için özel olarak tasarlanmış TMB2G serisi gövdesiz servo motorlarını düşünün. Özel dişlileri belirleme masrafı olmadan en kompakt ve hassas robotik eklemleri mümkün kılmak için standart harmonik dişlilerin boyutsal, tork ve hız gereksinimlerine uyacak şekilde tasarlanmışlardır.

TBM2G motorlar, en hafif, enserel olarak en kompakt eklemlerde tam performans sağlamak için D²L kuralından yararlanır. Bu tasarım aynı zamanda robot kolunun eklemlerinden geçen kabloları ve diğer bileşenleri barındırmak için geniş bir geçiş deliğine izin verir. Bu motorlar çok çeşitli kodlayıcılarla çalışır ve hatta motor uzunluğunu artırmayan entegre Hall sensörleri ile tedarik edilebilir.

Son derece düşük bir sıcaklık artışıyla TBM2G motorları, performanstan ödün vermeden sıcaklığa duyarlı bileşenlerin yakınında çalışabilir. Örneğin, F Sınıfı yalıtıma sahip bir motorun 155°C maksimum sarım sıcaklığı, kodlayıcı ve dişli bileşenlerine yakın olduğunda nominal 140°C'ye eşittir. Ancak TBM2G motorları, 85°C'yi aşmadan olağanüstü performans sunarak robotik eklemlerin güvenilirliğini ve ömrünü büyük ölçüde artırır.



25°C ortam sıcaklığında ve maksimum 85°C sarım sıcaklığında tipik motor performansı



TBM2G 25°C ortam sıcaklığında motor performansı ve maksimum 85°C sarım sıcaklığı

Kollmorgen web sitesinde bulunan çeşitli self servis çevrimiçi tasarım araçlarından biri olan Kollmorgen'in güçlü Performans Eğrisi Oluşturucusu, çizelgelerde gösterilen motor analizlerini oluşturmak için kullanıldı. Gördüğünüz gibi, TBM2G motor, 85°C'lik bir sarım sıcaklığında çalışırken olağanüstü performans sağlar. Karşılaştırılabilir bir performans elde etmek için, hemen hemen tüm diğer gövdesiz servo motorlar, tipik olarak maksimum 155°C sarım sıcaklığında çok daha sıcak çalışmalıdır.

Bu, sıkıca entegre edilmiş robotik eklemler için büyük bir sorundur. Sarım sıcaklığı 85°C'nin üzerine çıktıkça, dişli yağı hızla bozulur ve elektronik geri besleme cihazları güvenilir hale gelebilir. Tersine, 155°C'de optimum performans için tasarlanmış bir motor, maksimum 85°C sarım sıcaklığında çalıştırılırsa, performansı önemli ölçüde düşer. TBM2G, robotik bir eklemin gerçek dünyadaki sıcaklık sınırlamaları dahilinde üstün performans sağlamak üzere tasarlanmış piyasadaki tek gövdesiz servo motordur.

TBM2G servo motorlar ayrıca robot tasarımcılarına her bir eklem için her motoru doğru boyutlandırma yeteneği sunar. Genellikle tipik servo motorlarla sunulan iki veya üç çerçeve boyutunun aksine, TBM2G motorları, her biri üç istif uzunluğuna sahip yedi çerçeve boyutunda ve ideal bir uygulama uyumu için bir dizi standart seçenekte mevcuttur. Sarım varyasyonu seçenekleri, batarya ile çalışan insansı robotlar için ideal olan sarımlar da dahil olmak üzere çeşitli bara gerilimlerinde motor performansını optimize eder.

TBM2G serisi, insansı robotunuzu dünyanın herhangi bir yerinde, herhangi bir hacimde prototipten tam ölçekli üretime taşımak için ihtiyaç duyduğunuz üretilebilirlik, teslimat ve destek ile en yüksek kalite standartlarında üretilmiştir.

Hareket ortağınız önemlidir

TBM2G gövdesiz servo motor serisi, Kollmorgen'in üstün robotikler konusundaki taahhüdünün sadece bir örneğidir. TBM ve RBE gövdesiz motorlarımız, diğer birçok ürünle birlikte, çeşitli ve hızla büyüyen insansı ve diğer robotik tasarımlar için çok farklı hareket gereksinimlerini karşılar.

Aynı derecede önemli olan, mühendislik ekibimizin geniş robotik deneyimine sahip olmasıdır. Robotunuzun benzersiz yeteneklerini hayata geçirmek için optimum hareket çözümünü iş birliği içinde tasarlamaya yardımcı olabiliriz. Yalın üretimimiz,

tekrarlanabilir süreçlerimiz ve kalite kontrollerimizle, her seferinde zamanında teslim edilen hareket sistemleriyle prototipten tam ölçekli üretime hızlı bir şekilde geçiş yapmanıza yardımcı olacağız. Ayrıca, robotunuzun kullanım ömrü boyunca ürün teslimatını sürdürmek için bölge için/bölge içinde uzun vadeli destek sağlayacağız, üretimi gerektiği gibi ölçeklendirirken maliyetleri yöneteceğiz.

İhtiyaçlarınızı ve hedeflerinizi bir Kollmorgen robotik uzmanıyla görüşmek için bizimle iletişime geçin.

Kollmorgen Hakkında

Bir Regal Rexnord Markası olan Kollmorgen, sektörün en yüksek performanslı, en güvenilir motorları, sürücüler, AGV kontrol çözümleri ve otomasyon platformlarında kanıtlanmış 100 yılı aşkın hareket deneyimine sahiptir. Eşsiz bir performans, güvenilirlik ve kullanım kolaylığına sahip üstün çözümler sunuyor, makine üreticilerine kesin bir pazar avantajı sunuyoruz.