



Füzeler için Hareket: Performansın Optimize Edilmesi

Taktik güdümlü füzelerden daha uzun menzilli stratejik silahlara kadar, her biri hedefine ulaşmak için belirli bir platformdan fırlatılmak üzere tasarlanan füze sistemleri, özel ihtiyaçları karşılayacak şekilde gelişmeye devam ediyor. Ulusal ve küresel güvenliğin desteklenmesi için bu silahlara ihtiyaç duyulduğu modern yaşamın bir gerçeğidir. Belirsiz bir dünyada, her zamankinden çok sayıda ve hiç olmadığı kadar yenilikçi özelliklere sahip füze sistemlerine ihtiyaç duyuluyor.

Küresel roket ve füze pazarının önümüzdeki birkaç yıl içinde %6'nın üzerinde bir yıllık bileşik büyüme oranıyla (YBBO) genişleyerek 2028'e kadar 77,4 milyar ABD doları değerine ulaşacağı öngörülmüyor.¹ Bu büyümenin büyük bir kısmı, %7,4'lük YBBO ile büyüyeceği öngörülen hipersonik füzeler gibi yeni, gelişmiş sistemlere duyulan ihtiyaçtan ve bu sistemlerin sürekli geliştirilmesinden kaynaklanıyor.

Füzeler nispeten kısa bir süre havada kalacak şekilde tasarlansalar da kanatçık aktüatörlerini, arayıcı başlık yalpa çemberlerini ve diğer elektromekanik sistemleri kontrol eden elektrik motorları mutlak güvenilirlikle performans göstermelidir. Ayrıca bekleme durumundan aşırı şok, titreşim ve sıcaklık koşullarına anında geçerek bu performansı bir anda sunmaya hazır olmaları gerekir.

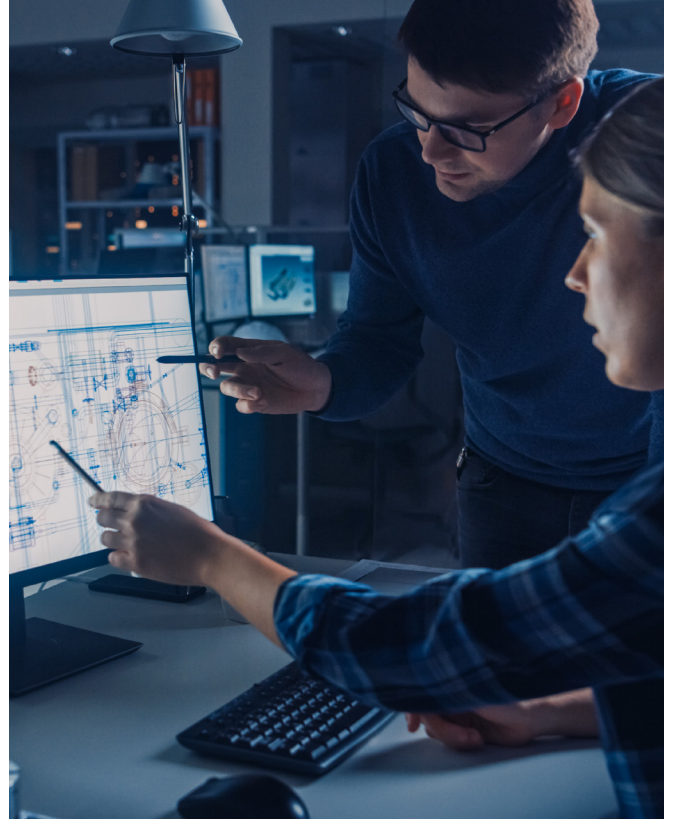
Füze mühendisleri ve üreticileri, hiç olmadığı kadar özelleştirilmiş füzeler geliştirirken, hızla artan miktar talebine karşılık verirken ve bazı durumlarda, daha kompakt ve performanstan ödün vermeden daha hızlı ve daha uzağa uçabilen füzeler sunarak savaşta konuşlandırma yeteneklerinin geliştirilmesine yardımcı olurken birçok zorlukla karşılaşılıyor. Bu zorlukların üstesinden gelmek için hareket sistemlerinin, her uygulamanın özel performans, çevre ve form faktörü gereksinimlerini karşılama amacıyla özelleştirilmesi gerekiyor.

İş birliğine dayalı bir süreç

Kollmorgen'da mühendislerimiz, her projenin başından itibaren havacılık-uzay ve savunma alanındaki müşterilerimizle iş birliği yaparak her hareket çözümünün ilgili uygulama için ideal olmasını sağlarlar. Bu iş birliği temelli ilişki, kapsamlı sektör deneyimine, elektromekanik tasarım ve malzeme bilimi alanındaki uzmanlığa ve füze programının başarısı için motorları gereken zaman diliminde ve miktarda prototipleme, üretme, teslim etme ve destekleme konusundaki kanıtlanmış beceriye dayanır.

İş birliğine dayalı süreç, füze genelinde her bir elektrik motor uygulamasının teknik gereksinimlerinin tespit edilmesi ve belgelendirilmesiyle başlar. Bu bilgiler daha sonra kurulum alanı, performans gereksinimleri, bileşen malzemeleri, sıcaklık değerleri ve daha fazlasını içeren motor özelliklerinin oluşturulmasında kullanılabilir.

Burada özellik belirleme sürecine üst düzey bir genel bakış verilmiştir. Bu adımların sıralı olarak sunulmalarına karşın aslında birbirleriyle son derece bağlantılı olduğunu lütfen unutmayın. Her karar, diğer kararları da etkilediğinden tüm kararlar, organik bir bütünün parçaları olarak ele alınmalıdır.



Hareket sistemi gereksinimlerinin anlaşılması

Karşılaşılan en büyük zorluk ve programın başarılı olmasını sağlamak için en iyi fırsat, hareket sistemlerinin çalışması gereken tüm parametrelerin ve sunması gereken performans özelliklerinin analiz edilmesidir. Aşağıdaki soruları, tasarım sürecinin başında mümkün olduğunca kapsamlı şekilde yanıtlayın.

Ne kadar alanın mevcut olduğunu öğrenin

Füzenin genel tasarımı ve her hareket uygulaması için mevcut alan göz önünde bulundurulduğunda motorun ideal uzunluğu ve çapı ne kadardır? Motor, aktüatör sistemine nasıl entegre edilecek? Muhafazalı motor mu yoksa gövdesiz motor mu en uygundur? Muhafazalı motorun en basit kurulumu sağladığını, ancak doğrudan uygulamanın mekanik tasarımına entegre edilen gövdesiz bir motorun en kompakt pakette en büyük tork yoğunluğunu sunabileceğini göz önünde bulundurun.

Gövdesiz motor, yalpa çemberi sistemleri ve diğer füze uygulamalarında kullanım için mükemmel, son derece kompakt, boşluksuz bir aktarma teknolojisi olan harmonik (gerinim dalgası) dişlileriyle kullanım için idealdir. Gövdesiz motor ayrıca mikrodalga ve kontak halkası döner bağlantı parçaları gibi bileşenleri barındırmak için merkezî bir delik sağlayarak daha kompakt bir genel uygulama tasarımına da olanak tanır.

Ne kadar büyük bir deliğe ihtiyacınız var? Kollmorgen, delik en-boy oranını en üst düzeye çıkaran modellerin yer aldığı kapsamlı bir gövdesiz motor teknolojisi yelpazesinin yanı sıra, özel uygulamanız için ideal form faktörünü ve performans özelliklerini seçmenize yardımcı olmak üzere uzmanlık sunar.

Mevcut giriş gücünüzü öğrenin

Füzemiz ister geleneksel ısı piller ister alternatif bir güç kaynağı kullanıyor olsun, bu gücü çekecek tüm uygulamaları ve bunun, her uygulama için mevcut gerilim aralığı ve hem sürekli hem de tepe akım açısından ne anlama geldiğini öğrenin. Kollmorgen, pille çalışan uygulamalar için tasarlanan ve standart motorlarla aynı dinamik performansı sağlayan düşük voltajlı motorlar sunar.

Hedef performans profillerinizi öğrenin

Uygulamanın hem sürekli hem de tepe yükü sırasındaki hız ve tork gereksinimleri nelerdir? Sübsonik, süpersonik ve hipersonik uçuşta karşılaşılan şiddetli ve öngörülemeyen atmosferik kuvvetler nedeniyle, özellikle rota düzeltmelerinin anında yapılması gerektiği durumlarda kontrol bileşenlerinin tepe torku talepleri aşırı olabilir. Kanatçık aktüatörleri, yüksek hızlarda önemli tork kaybı olmadan hızla süratlenebilen motorlar gerektirir. Kollmorgen, uygulamanız için ideal performans eğrilerini elde etmenize yardımcı olacak analiz araçları ve motor optimizasyonları sunar.

Uygulamanızın termal gereksinimlerini öğrenin

Füzelerin tipik bir fabrika ortamında karşılaşılabileceğinden çok daha geniş bir sıcaklık aralığına maruz kalması olasıdır. Sıcaklığın -40°C veya daha düşük olduğu subarktik bir ortamda konuşlandırılan ve ateşlenerek atmosferden geçtiğinde yüzey sıcaklığı yüzlerce dereceye ulaşabilen hipersonik bir füze, uç bir örnektir.

Böyle bir füzenin sıcaklığa duyarlı bileşenler için sıcaklığa karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanması gerekse de hareket sistemlerinin geniş bir sıcaklık aralığında güvenilir şekilde çalışması gerekir. Bu aşırı sıcaklıklar, motorun kendi iç sıcaklık artışıyla bir araya geldiğinde performansı nasıl etkiler? Kollmorgen,

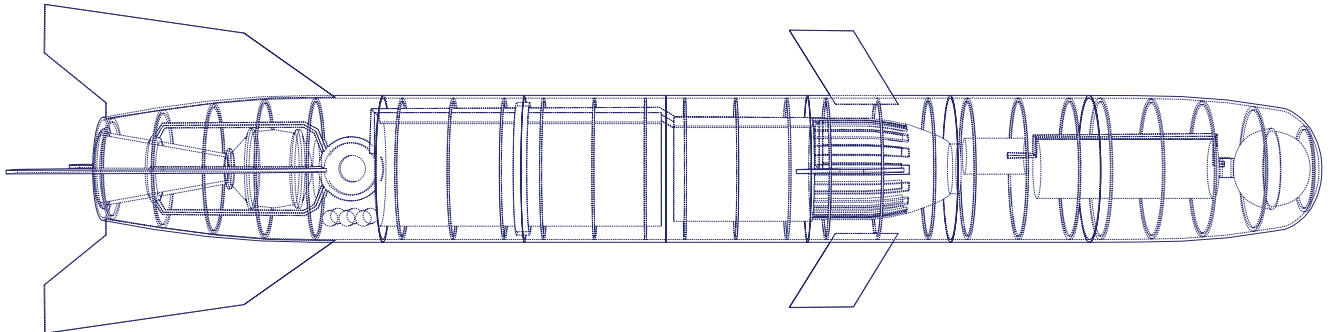
gereksinimlerinize bağlı olarak, bir prototip tasarımının uygulamanızın aşırı sıcaklıklarında nasıl performans göstereceğini hızlı bir şekilde hesaplayabilir. Bu performansı ilk fiziksel prototiplerde test edebilecek tesislere sahibiz.

Uygulamanızın gerçek görev döngüsünü öğrenin

Füze motorlarının fırlatma ile çarpma arasında geçen saniyeler veya dakikalar boyunca kusursuz çalışması gerektiği açıktır. Bu kısa performans aralığının, 7/24 endüstriyel bir ortamdaki motorlara yönelik taleplere kıyasla çok düşük arıza riski anlamına geldiği düşünülebilir. Bununla birlikte, füzenin sahada ilk konuşlandırıldığı andan kullanıldığı veya nihayetinde hizmet dışı bırakıldığı ana kadar olan kullanım ömrü boyunca neler olacağını anlamak önemlidir.

Bu zaman aralığı, birkaç gün ile on yıllar arasında değişiklik gösterebilir ve füzenin her zaman en iyi durumda olması gerekir. Kullanım ömrü boyunca neler olacağını anlaşılması, gereğinden düşük veya yüksek özellik seçme riski olmadan ideal motor seçimi ve boyutlandırmasının sağlanmasına yardımcı olacaktır. Örneğin, gemi füzelerinin, doğru çalıştıklarını doğrulamak üzere rutin olarak test edilen kontrol kanatçıkları, yönlendirme sistemleri ve harekete bağlı diğer bileşenlerle sürekli hazır durumda olması önemlidir.

Füzemiz her gün kullanılacak mı? İster bekleme modunda ister hazır modda veya ön ateşleme modunda olsun, her zaman çalışır durumda olması gerekiyor mu? Fiili uçuş koşullarına ek olarak bu gereksinimler göz önünde bulundurulduğunda, motorların belirli yüklerde ve hızlarda ne kadar süre çalışması beklenecek? Kollmorgen motorları, başarısızlığın bir seçenek olmadığı uygulamalara dayanacak şekilde tasarlanmıştır.



Performans ve çevre hedeflerinizi karşılayacak motor tasarımlarını ve malzemeleri belirleyin

Motor tasarımının ve malzemelerin her unsuru, belirli performans ve çevre hedeflerine ulaşmak için optimize edilebilir. Aşırı koşullarda olağanüstü performans sunması gereken füze hareket sistemlerinin benzersiz gereksinimlerini karşılamak için optimize edilmesi gereken en önemli unsurlar, stator laminasyon istifi ve sargıları, rotor daimi mıknatısları ve kapsülleme ve yalıtım malzemeleridir.

Sıcaklık değerleri, füzelerde kullanılan motorlar için önemlidir. Ancak genel motor değerinin, bileşen malzemelerinin değerinden düşük olabileceğini unutmayın. Örneğin, 155 °C olarak değerlendirilen bir motor, ayrı ayrı 180 °C ve hatta 200 °C olarak değerlendirilen malzemelerden oluşabilir. Bu durum, motorun genel değerinin üzerinde çalıştırılması durumunda bir güvenlik payı sağlayarak motorun aşırı performans taleplerini tehlikeli hâle gelmeden sınırlı bir süre boyunca karşılayabilmesine yardımcı olur. Ayrıca motor değerlerinin, füze uçuşundan daha uzun bir süre boyunca sürekli çalışmayı temel alabileceğini de unutmayın.

Laminasyonlar

Motor performansı, üreticinin yüksek performanslı veya standart stator laminasyonları kullanmasına bağlı olarak değişiklik gösterir. Laminasyon tasarımı, stator sargılarına uygulanan değişen elektrik akımlarına yanıt olarak üretilen manyetik akının özelliklerini etkiler. Laminasyonlar, statorun içinde dönen manyetik alanların ürettiği girdap akımlarını en aza indirecek şekilde tasarlanabilir.

Daha ince laminasyonlar, özellikle motoru daha yüksek hızlarda çalıştırmak için yüksek anahtarlama frekansları gerektiğinde ısıtma için enerji kayıplarını azaltarak verimliliği artırabilir ve sıcaklık artışını en aza indirebilir. Özel laminasyon malzemeleri, statoru doyurmadan üretililebilecek akıyı en üst düzeye çıkararak motorun daha yüksek tork üretmesine olanak tanır. Uygulama ihtiyaçlarına bağlı olarak bu tekniklerden herhangi biri veya her ikisi de avantajlı olabilir.



Sargılar

Pille çalışan füze uygulamaları dâhil olmak üzere belirli bara gerilimlerinin yanı sıra belirli tork ve hız düzeylerinde motor performansını optimize etmek için stator sargılarında ince ayar yapılabilir. Mühendisler, sargı tasarımını mevcut giriş gücüyle ve uygulamanın performans gereksinimleriyle hassas bir şekilde eşleştirerek gereğinden küçük boyutlu bir motorun uçuş sırasında karşılaşılan dinamik yüklerle dayanamaması veya gereğinden büyük boyutlu bir motorun füze tasarımına gereksiz boyut ve ağırlık katması riskinden kaçınır.

Yalıtım ve daimi mıknatıslar

Motorların tehlikeli hâle gelmeden kendilerine yönelik mutlak, kısa vadeli performans taleplerine ne kadar yaklaşabileceği, her füze tasarımı için temel bir sorudur. Motorun performans özelliklerini, uygulamanın gerektirdiği sınırlara kadar zorlarken motorun tam, kararlı durum sıcaklığının %63'üne ulaşması için gereken süre olan termal zaman sabitinin en üst düzeye çıkarılması da buna dâhildir.

Bir hareket uzmanıyla iş birliği yapın

Hareket teknolojisi kadar seçeceğiniz iş ortağı da önemlidir. Kollmorgen, ilk tasarım aşamasında gereksinimlerinizi tam olarak anlamak için sizinle birlikte çalışır, ardından ürün seçimini, boyutlandırmayı, yapılandırmayı ve optimizasyonu basitleştirmek için ihtiyacınız olan mühendislik desteğini size sunar. Çözümünüzün hızlı bir şekilde prototipinin oluşturulması, teslim edilmesi ve bu sürecin tekrarlanması, geliştirme sürecinde size aylarca zaman kazandırabilir.

Son tasarım hazır olduğunda Kollmorgen'ın AS9100 sertifikalı üretim tesisi, prototipten tam ölçekli üretime hızlı geçişi sağlamak için yalın üretim,

Bir motor, performans değerlerinin dışında ne kadar uzun süre çalışırsa malzemelerin bozunma ve arızalanma riski o kadar artar. Bu risk, füzenin kullanım senaryosu nedeniyle artabilir ve füzenin tasarımıyla hafifletilebilir.

Örneğin, füze yalnızca atmosferde mi çalışacak yoksa kontrol yüzeylerinin çok daha yüksek dirençle karşılaştığı su altından mı fırlatılacak? Bir uçaktan fırlatılacaksa kanatçık aktüatörlerinin hava akımı kuvvetlerinin darbesiyle mücadele etmesi gerekiyor mu yoksa yalnızca fırlatmadan sonra serbest bırakılan mekanik bir kilit bulunuyor mu?

Motorlar sınırlarına ve ötesine kadar zorlanacaksa daha yüksek sıcaklıklara uygun lehimler, daha yüksek sıcaklıklara uygun kapsülleme ve yalıtım sistemleri ve bazı durumlarda, daha yüksek sıcaklıklara uygun mıknatıslar kullanılarak maksimum güvenilirlik elde edilebilir. Özel daimi mıknatıs alaşımları da motorun sıcaklık değerini aşmadan sağlayabileceği torku artırabilir.

tekrarlanabilir süreçler ve kalite kontrolleri uygular. Hareket çözümlerinin her defasında zamanında teslim edilmesini ve füze programınızın süresi boyunca bölge için/bölge içinde uzun vadeli destek almayı bekleyebilirsiniz.

Bir Regal Rexnord markası olan Kollmorgen ile ortaklık kurarak aynı zamanda havacılık-uzay ve savunma sanayisinde son derece özel bileşenler alanındaki lidere de erişebilirsiniz. Regal Rexnord, neredeyse her füze alt sistemine uzmanlığın yanı sıra en yüksek kalitede havacılık-uzay rulmanları, sızdırmazlık çözümleri, elektrik bileşenleri, dişli sistemleri ve daha fazlasını sunar.

Füze programınızı hedefe koyun

Füze ve diğer havacılık-uzay ve savunma uygulamalarına yönelik ihtiyaçlarınızı ve hedeflerinizi bir Kollmorgen uzmanıyla görüşmek için [Kollmorgen ile görüşün](#).

1 "Rocket and Missile Market," Markets and Markets, Eylül 2023. Teknik özellikler önceden bildirilmeksizin değiştirilebilir. Bu ürünün belirli bir uygulamaya uyumluluğunu belirlemek ürünün kullanıcısının sorumluluğudur. Tüm ticari markalar ilgili sahiplerinin mülkiyetindedir.

Kollmorgen Hakkında

Bir Regal Rexnord Markası olan Kollmorgen, sektörün en yüksek performanslı, en güvenilir motorları, sürücüleri, 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.