

SQM Senkron Tork Motoru ile tahrik sistemlerinde enerji tasarrufu

LiProKa ile hem performans yükseltiyoruz hem de verimlilik Standart çitasını IEC 60034-30 IE4-Super Premium'un üzerine çıkartıyoruz.

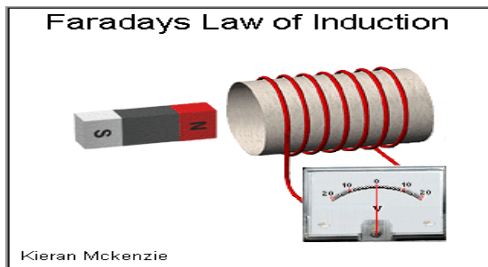
Özetçe

Almanya'da icat olan ve 19743380 sayılı yazı ile patenti alınan STM Senkron Tork Motorlarının geliştirilmesi, pazara hazır bir ürün haline getirilmesi ve üretilmesi projesi sadece Türkiye'de yapılmaktadır. Bu proje neticesinde STM sadece Türkiye'de üretilecektir.

STM Senkron Tork Motorunu diğer tüm motorlardan farklı kılan nokta ise LiProKa adını verdiğimiz çalışma prensibidir. Yaklaşık 160 yıldır çalışan tüm motorlarda elektromanyetik döner alanın yönü ile rotorun dönme yönü ve dönme sayısı aynıdır. STM Senkron Tork Motorunda ise bu tam ters yönedir ve yavaş döner. Bu özellik sadece motorun farklı bir fizik kuralına göre çalıştığını gösterir, ancak bu motorun, enerji tasarrufu, yüksek dinamizm, kolay kontrol edilebilirlik gibi çok güçlü taraflarını anlatmaz. Bu bildiriye STM'nun özellikleri anlatılmış, diğer senkron tork motorlarından farkı vurgulanmış ve STM uygulamalarına kısaca yer verilmiştir.

1. Giriş

Bugün evimizden endüstrinin her koluna giren elektrik motorunun ortaya çıkmasında birçok bilim adamının katkısı oldu. 1820'de Danimarkalı bilim adamı Hans Oersted, elektrik akımı taşıyan bir telin yakınındaki bir pusula ibresini devindirdiğini saptadı. Michael Faraday mıknatısın elektriksel etkisini sezindi. Buradan yola çıkarak, bir tel bobinde oluşan manyetik etkinin, ikinci bir bobinde elektriksel etki olarak ortaya çıktığını tespit etti. "Elektromanyetik indüksiyon" denen bu olayı Michael Faraday deneysel olarak 1831'de belirledi.



Şekil 1 : Faraday Endüksiyon Kanunu Prensip Bağlantısı ⁽¹⁾

30 yıl sonra Werner von Siemens bu buluşları toparlayıp jeneratörü endüstriyel bir ürün olarak ortaya çıkardı. İlginç bir tesadüf eseri her otuz yılda bir motor tarihçesinde önemli bir gelişme ortaya çıktı. 1880'lerde Nikola Tesla indüksiyon motoru patentini aldı. Fakat son yıllarda,

yüksek kalitede ve daha kısa sürelerde üretme isteği, artan rekabet şartları ve maliyetleri ciddi anlamda kontrol altına alma zorunluluğu her motor üreticisini yaratıcı olmaya zorlaması ile bu otuz yıl kuralı bozuldu. Özellikle elektriği ve her türlü enerjiyi daha verimli kullanma zorunluluğu imalatçıları yaratıcı olmaya teşvik etti.

Mıknatıs tekniğine ilk önce hükmedenler birçok yeniliği keşfetme ve büyük buluşlara imza atma onuruna erişeceklerdir.

2. Bilinen Motor Prensibinde Senkron Tork Motoru

Mevcut teknoloji ile çok kutuplu motor üreterek düşük devirli motor elde edilir. (Motor Devir Sayısı = 6.000 / Kutup Sayısı) Ancak bu teknolojinin iki önemli zayıf noktası vardır. Birincisi kutup sayısı arttıkça stator içine yerleştirilecek olan sargılar için gerekli olan kanal sayısını arttırmak gerekmektedir. Belli bir gövdeye konulabilecek kanal sayısı sınırlı olduğundan kutup sayısının artabilmesi için daha büyük motor gövde yapısına ihtiyaç vardır.

(Asgari İdeal Kanal Sayısı = Kutup Sayısı x 2 x 3 Faz)

Örneğin 40 kutup, 150 d/d' lık bir motorda 240 kanal bulunması gerekecektir. Bu da motor boyutlarının oldukça büyümesi demektir. İkinci olarak da kutup sayısının artması motor verimliliğinin ve güç faktörü $\cos\phi$ 'nin ciddi olarak azalması anlamına gelmektedir. Kısacası bu, aynı mekanik güç için çok daha fazla enerji gerekir demektir.

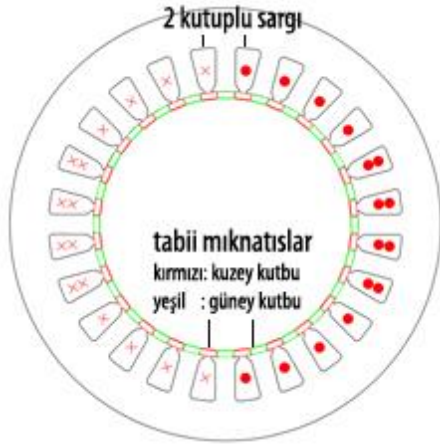
Ancak son yıllarda tüm motor üreticileri piyasadan gelen taleplere daha iyi cevap verebilmek için gelişmiş mıknatıs teknolojilerini de kullanarak mevcut teknolojinin zayıf noktalarını düzeltmeye çalışmaktadırlar. Ayrıca daha etkili soğutma yöntemleri ve özel sargı teknikleri kullanılarak düşük devirde yüksek tork veren ve daha verimli motorlar üretilmektedir.

Önce iki kutuplu bir senkron motoru hep beraber inceleyelim: Stator iki kutuplu sarılır ve rotorun bir yarısına kuzey kutuplu ve diğer yarısına güney kutuplu mıknatıslar dizilir. 50 Hz'lik bir şebekede iki kutuplu motorun döner alanı dakikada 3.000 kez döner. Rotor da bu döner alan tarafından sürüklendiği için dakikada 3.000 devir ile döner. Yani, rotor dönme yönü ve döner alan yönü aynıdır.

LiProKa Motor Prensipli ile çalışan STM Senkron Tork Motorunu incelerken bilinen motor teknolojisini bu yazı boyunca unutmamızı rica ediyoruz.

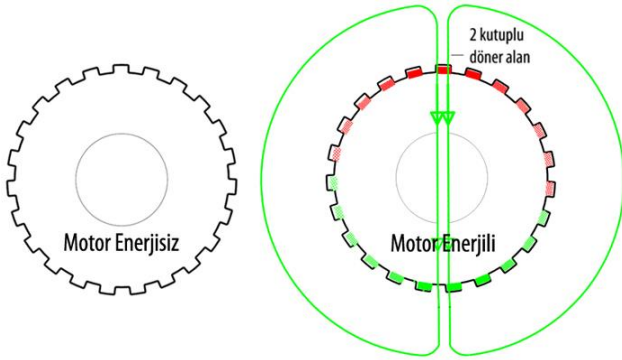
3. LiProKa Motor Prensipli ile üretilen STM Senkron Tork Motorunun Yapısı

LiProKa Motor Prensiplinde STM motorun statoru iki veya dört kutuplu sarılmaktadır. STM motor sargısının tek bir görevi vardır, o da motor içinde döner alanı ortaya çıkarmaktır. Tabii mıknatıslar statorun içine kuzey güney kutupları yan yana gelecek biçimde belli boyutlarda ve belli bir geometri düzeninde yapıştırılırlar Şekil 2.



Şekil 2: STM Senkron Tork Motoru Stator Yapısı

Rotor ise sadece lamine saçtan imal edilir ve içinde hiçbir sargı yoktur. Rotor belli sayıda dişten oluşan bir çarkı andırır, Şekil 3.



Şekil 3 : STM Senkron Tork Motoru Rotor Yapısı

Motora enerji verildiğinde rotor saçlarında kutuplaşma oluşur. Rotorun bir dişi ile statordaki bir mıknatıs tam olarak üst üste gelir. Manyetik akı başladığı için motor, anma torkunu verebilir duruma gelir. Diğer mıknatıs ve dişler üst üste gelmez, arasında belli bir fark mevcuttur. Sargılara

uygulanan frekansı arttırdığımızda ve döner alan dönmeye başladığında statordaki mıknatıslarımız rotorda aynı kutupta olan dişlileri itmeye ve farklı kutuplar ise diğerini çekmeye çalışır. Rotorun dönme yönü döner alanın dönme yönünün tersidir.

Rotor dönme sayısını hesaplamak için 6,000'i kutup çifti sayısı ve dişli sayısına bölmek gerekmektedir. Yukarıdaki örnekte döner alan dakikada 3.000 kez dönmesine rağmen rotor 130.43 devir / dakika ile döner.

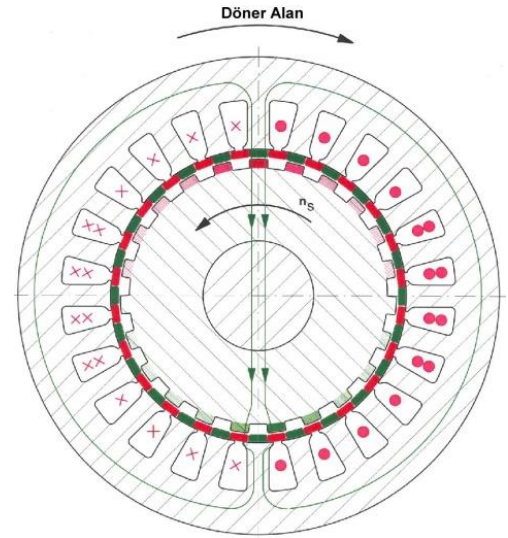
$$\begin{aligned} \text{Motor Devri} &= (6000 / \text{Kutup Çifti}) / \text{Rotor Dişli Sayısı} \\ &= (6000 / 2) / 23 \\ &= 130.43 \text{ d/d} \end{aligned}$$

Sonuçta mıknatısların yerleştirilmesinden dolayı 1/23 gibi bir tahvil (dönüştürme) oranı ortaya çıkar. (3.000 / 130.43 = 23)

Bu sadece tabii mıknatısların ve rotor geometrisinin sonucunda ve hiçbir mekanik kullanmadan ortaya çıkan bir tahvildir. Örnek motor 46 kutuplu bir motorun devir sayısına sahiptir.

Moment oluşumundaki alan elemanları :

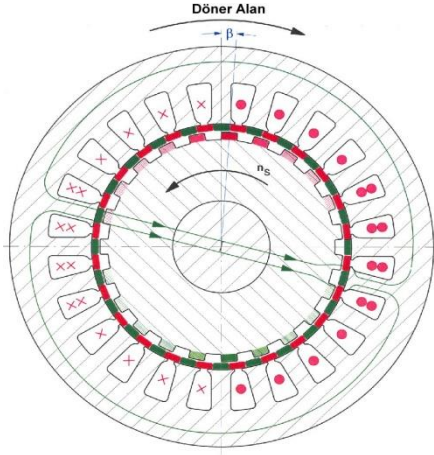
Stator sargılarının kutup sayısı	p = 1
Stator alan elemanlarının sayısı	P1 = 24
Rotor alan elemanlarının sayısı	P2 = 23
Şebeke frekansı	f = 50 Hz
Senkron Motor devir sayısı	n _s = 130.43 d/d



Şekil 4: STM Senkron Tork Motoru Stator Yapısı (Boştaki motor)

Tabii mıknatısların ikinci bir görevi ise elektromanyetik alanı güçlendirmesidir. Kalıcı mıknatıs prensibine göre daha yüksek dönme momenti elde edildiği gibi yüksek güç faktörü de elde edilir.

Şekil 4’de STM motorun yüksüz çalışması halinde motor tamamen senkron çalışır. Hiçbir kayma yoktur. Tam yükte ise Şekil 5’ de görüldüğü gibi β açısı kadar bir sapma oluşur ve bu sapma açısı sabit kalır. β açısı tam olarak yarım mıknatıs genişliği kadardır



Şekil 5: Kalıcı Mıknatıslı Senkron Tork Motoru (Maksimum Yükte)

4. Senkron Tork Motorun Ana Özellikleri

Senkron Tork Motoru son yıllarda tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlandı. Özellikle redüktörün gürültü, bakım, yağ ve dişli boşluğu gibi sorunlarından kurtulmak isteyenler ile hidrolik sistemlerle çalışıp hidroliğin zor kontrolünden ve yüksek ataletinden kaçanların problem çözücüsü oldu.

- Düşük devir ve yüksek tork gerektiren, direk tahrik dişlisiz uygulamalar için tasarlandı
- Tabii mıknatıslar sayesinde sürtünme ve aşınma olmadan yüksek tork üretir
- Sabit torkta geniş devir ayar imkanı ile kullanıcı uygulamalarına kolayca uyum sağlar
- Duruştan anma devrine kadar sabit anma torku verir
- Düşük devir mekanik ara eleman olmadan elde edildiği için aşınma, sesli çalışma ortadan kalkar ve verimlilik sağlanır
- Kayma ve dişli boşluğu gibi sorunlar olmadığı için özellikle pozisyonlama uygulamalarında rahatlıkla kullanılır
- Yüksek dinamiklikte yumuşak ve rahat döner

5. LiProKa ile üretilen STM’in Bilinen Senkron Tork Motorlarından Farkı

Özellik farklarını üç ayrı grupta toplayabiliriz. İlk ve en önemli fark ise motorların verimliliğinde yatmaktadır. 100 - 200 d/d’ ya kadar tork motorlarının

verimliliği ancak %80’e yaklaşıyor olmasına karşın LiProKa Motor Prensipli ile çalışan STM Senkron Tork Motorlarının verimliliği %92 – 98 arasındadır. Bu değerler sadece hesaplanan değerler değil aynı zamanda uygulamalarda ölçülen değerlerdir. Ciddi ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

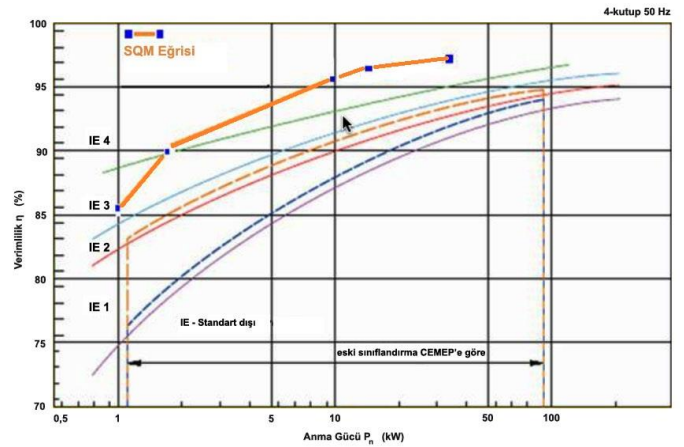
STM Senkron Tork Motorunda verimliliğin yüksek olmasında, genelde dört kutuplu stator sargısıyla düşük bakır kayıplarının rolü büyüktür. Geleneksel senkron tork motorlar genelde 22 kutuplu olarak tasarlanmaktadır ve dolayısıyla yüksek bakır kayıpları vardır.

Verimliliğin öneminin arttığı günümüzde bu konuyu sadece senkron tork motoru olarak değil çok daha yaygın kullanılan asenkron motoru ile karşılaştırmalı bakılmalıdır. Çünkü elektrik ile tahrik edilen sistemler, endüstrinin ve üretim yapan tesislerin elektrik ihtiyacının % 70’ni kullanırlar. Hem giderlerin azaltılması hem de çevrenin korunması açısından motor verimliliğinin artırılması önem kazanmaktadır. Sadece Almanya’da daha verimli motor kullanıldığında 2020 yılına kadar yaklaşık 27 milyar Kilo Vat Saat (kWh) elektrik enerjisi ve buna bağlı olarak da 16 milyon ton CO₂-Emisyon tasarrufu yapılabilir⁽²⁾.

Bir elektrik motorunun alış fiyatı aynı motorun ömrü boyunca işletim masraflarının % 1’ine veya sadece 8-12 haftalık bir süredeki elektrik tüketim giderine denk gelmektedir⁽³⁾. Bu veriler elektrik motorlarını daha verimli üretmenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

2008 Eylül ayında IEC 60034-30 ile yeni Verimlilik Sınıfları açıklandı. Yeni yönetmenlikte farklı güç sınıfları için yasal asgari verimlilik standartları açıklandı.

- 7,5 -375 kW güç aralığındaki motorlar için 1 Ocak 2015’den itibaren IE3 veya frekans konvertörü ile beraber kullanılması halinde IE 2 verimlilik sınıfı kullanımı zorunluluk haline getirildi.
- 0,75 -375 kW güç aralığındaki motorlar da aynı zorunluluk 1 Ocak 2017 yılında başlayacak



Şekil 7 : STM değerleri ile Eski ve yeni Verimlilik Sınıfları Karşılaştırması

Şekil 7’de SQM Motorunun verimlilik değerleri IE motor karşılaştırma diyagramında gösterilmiştir.

Burada SQM verimlilik değerlerinin IE 3 – “Premium” ve IE 4 – “Super Premium” motorlardan çok daha iyi olduğu görülmektedir.

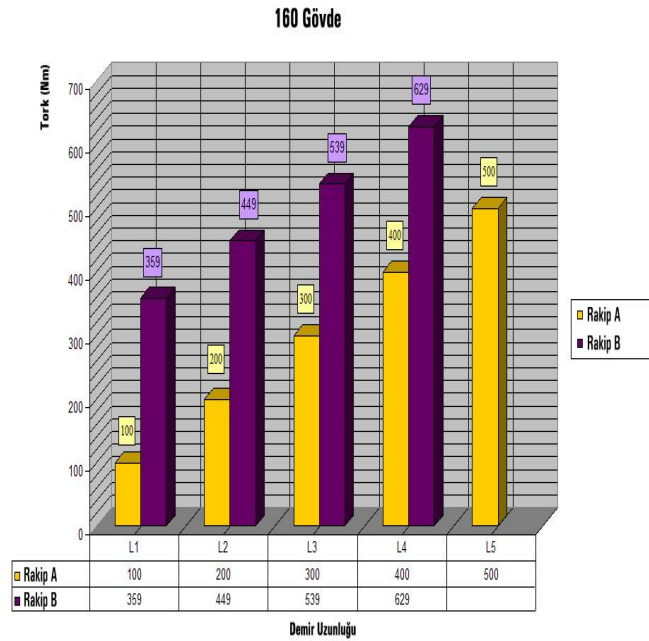
Ayrıca SQM-Motorları sürücü ile çalıştığı ve redüktöre gerek duymadığından dolayı sistem verimliğinde daha yüksek sonuçlara ulaşacaktır.

İkinci fark ise, Avrupa ve Amerikalı senkron tork motor üreticileri motordan daha yüksek tork elde edebilmek amacıyla motorlarını en yüksek verimde soğutabilmek için su soğutması gerekliliğidir. Su soğutması çok verimli olmasına karşın maliyeti yüksek ve belli riskleri taşıyan bir soğutma yöntemidir.

STM Senkron Tork Motorda ise sadece tabii gövde soğutması vardır.

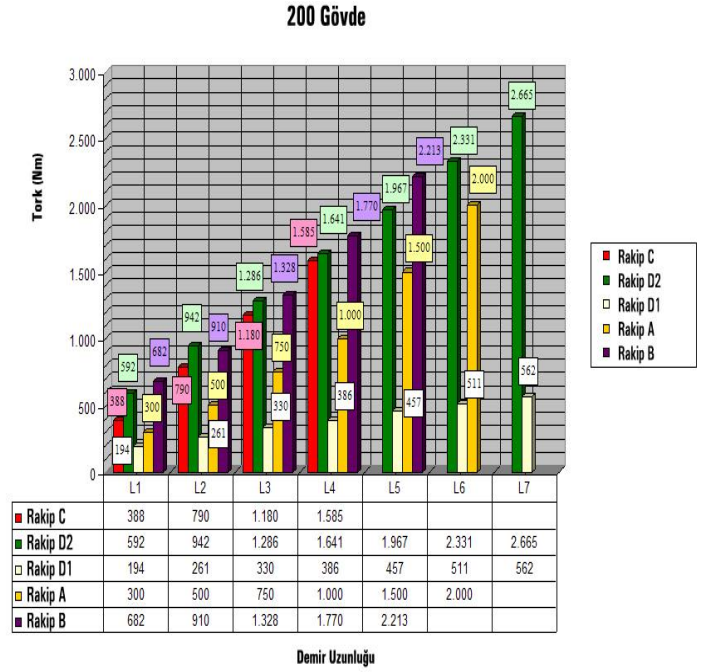
Etkili bir su soğutması ile tabii soğutmalı bir motora göre yaklaşık dört katı fazla güç elde edilir. Şekil 9’ da D rakibimiz hem klasik su soğutması hem de tabii soğutmalı motor imal ettiği için iki soğutma arasındaki fark rahatça görülür. (*bakınız* D1 ve D2 satırları). Diğer tüm rakipler sadece su soğutmalı tork motoru üretmektedir.

Şekil 8’ de 160 gövdede ve Şekil 9’de 200 gövdede ve farklı demir boylarında rakiplerimizin verdikleri torkları görüyoruz.



Şekil 8 : 160 Gövde Motorda Rakip Karşılaştırması

STM Senkron Tork Motoru 160 gövdede 1.500 Nm’ye kadar farklı uygulamalarda kullanılmıştır.



Şekil 9 : 200 Gövde Motorda Rakip Karşılaştırması

STM Senkron Tork Motoru 200 gövdede 2.900 Nm’ye kadar tork vermektedir.

Üçüncü önemli fark ise rakip tork motorları senkron yapıda olduğu için her zaman geri beslemeli çalışırlar.

STM Senkron Tork Motoru ise hem asenkron motor gibi geri beslemesiz hem de geri besleme eleman ile birlikte senkron motor olarak kullanılma özelliğine sahiptir. Diğer bir anlatımla, STM hem sadece hassas hız kontrolü gereken uygulamalarda ucuz bir frekans sürücü ile hem de yüksek hassasiyet isteyen uygulamalarda bir servo sürücü ile kullanılabilir. Ancak her iki uygulamada da kayma yoktur.

STM Senkron Tork Motor 56 ile 315 gövdeler arasında, 44 ile 116 kutuplu olarak ve 2 ile 8.000 Nm tork verebilecek biçimde planlanmıştır. Hem Türkiye’de yaygın kullanılmaya hem de hedef ülkeler olan Almanya, İtalya’ya ve komşu ülkelere ihracat başlamıştır.

Kaynakça

STM Senkron Tork Motoru, Patent – No. 19743380 Yazısı

(1) A. Erçin AYBAR, “Elektrik Motoru ve Tarihi” 20593199

(2) Dena Deutsche Energie Agentur Initiative EnergieEffizienz Industrie und Gewerbe Elektrische Motoren in Industrie und Gewerbe: Energieeffizienz und Ökodesign-Richtlinie.

Yazar : Dipl. Ing. Günther Volz

(3) ABB Motor Sunumundan

Yazarlar

Hasan Basri Kayakıran, Genel Müdür, Elsim Elektroteknik Sistemler San. ve Tic. A.Ş., 1979 Karlsruhe TÜ Elektroteknik Mühendisliği Mezunu