

LİNEER MOTORLAR



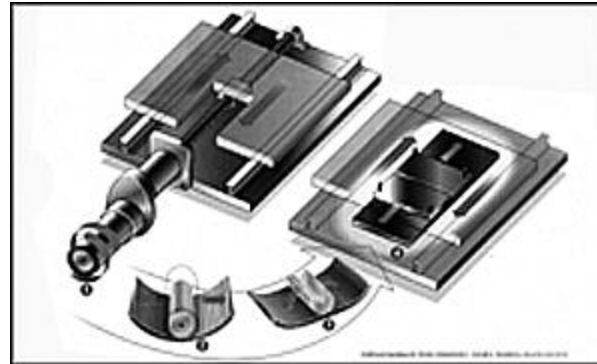
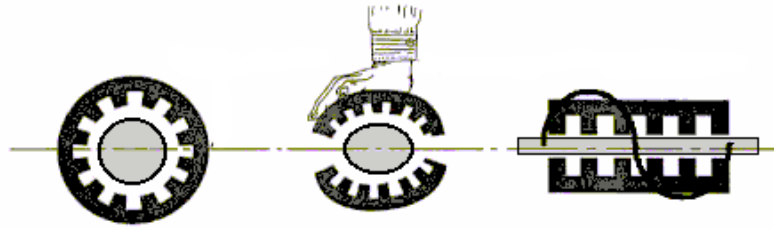
Mekanik Sistemlerin Bilgisayarla Kontrolü Seminer Sunumu

Can Cengiz
503051620

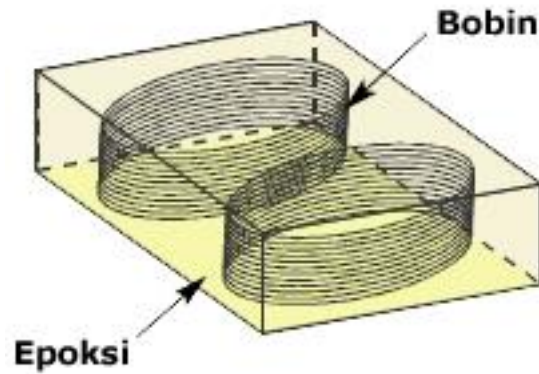
K. Oytun Yapıcı
503051621

Lineer Motorlar

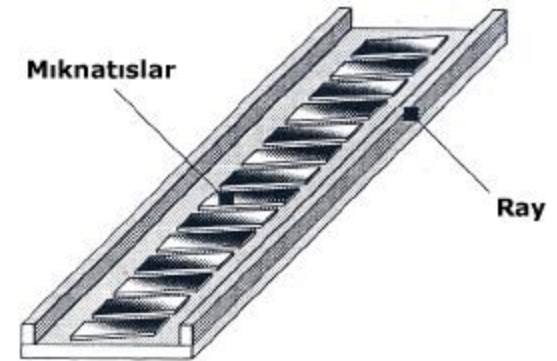
Bir lineer motor bilinen bir döner motorun açılmış halidir.



Forcer ve Ray

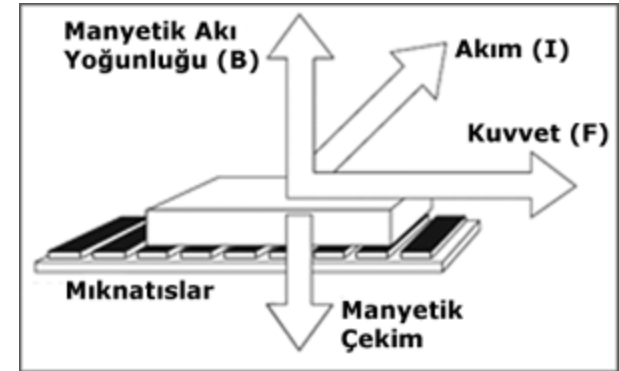
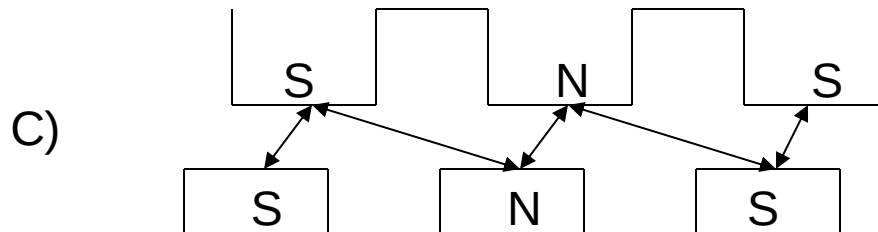
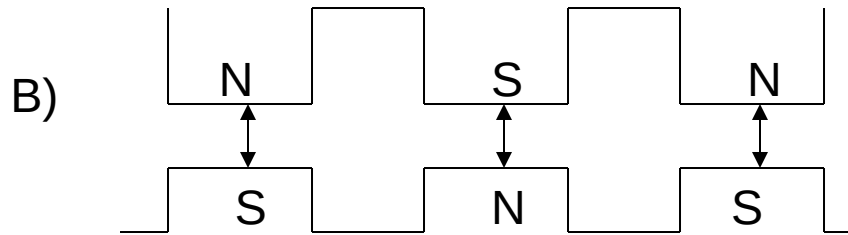
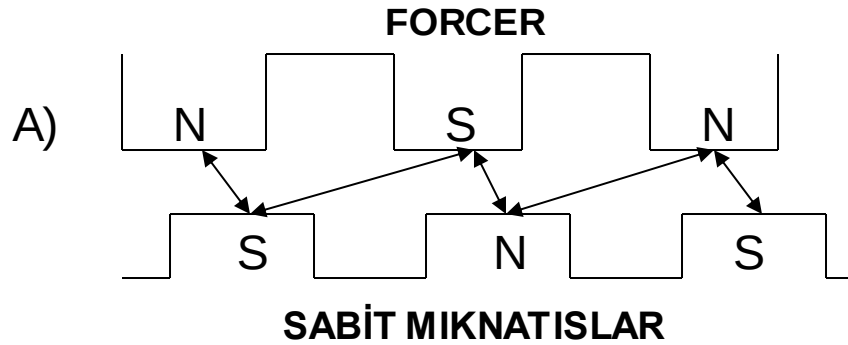


ROTOR → FORCER



STATOR → MİKNATISLI RAY

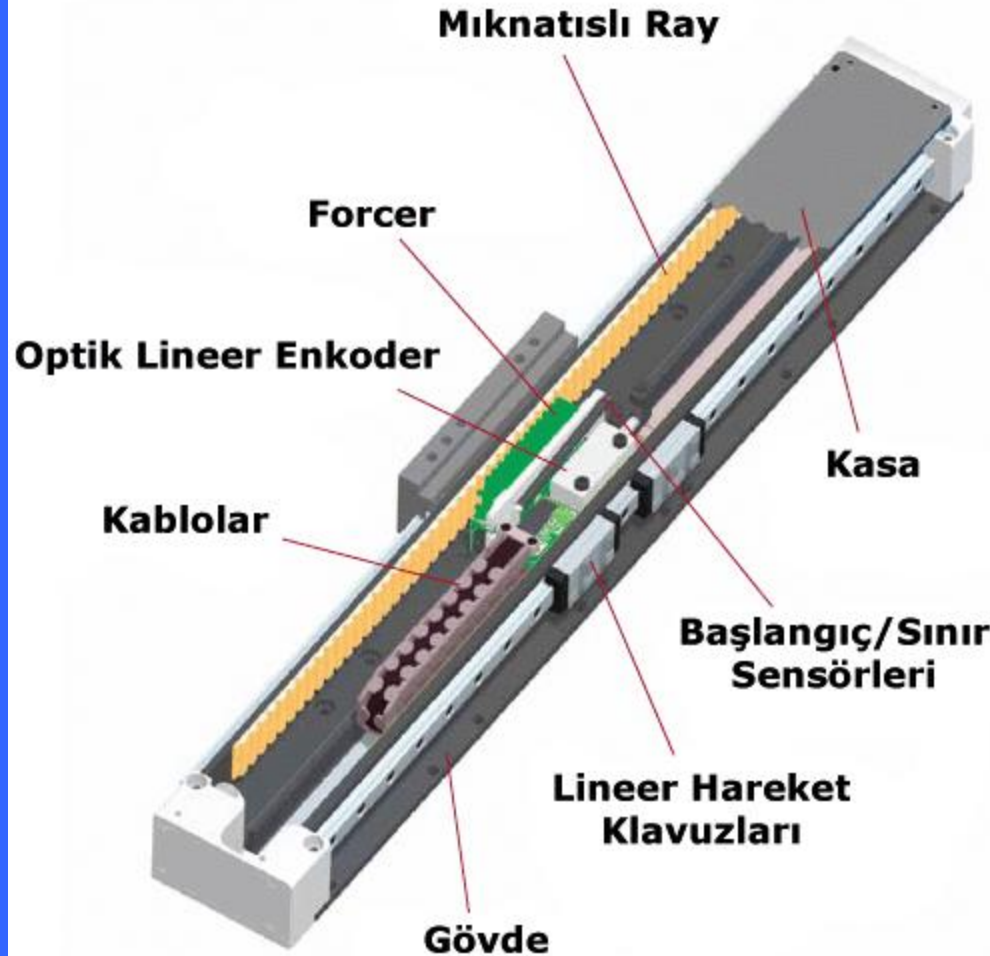
Çalışma Prensibi



$$F = I \times B$$

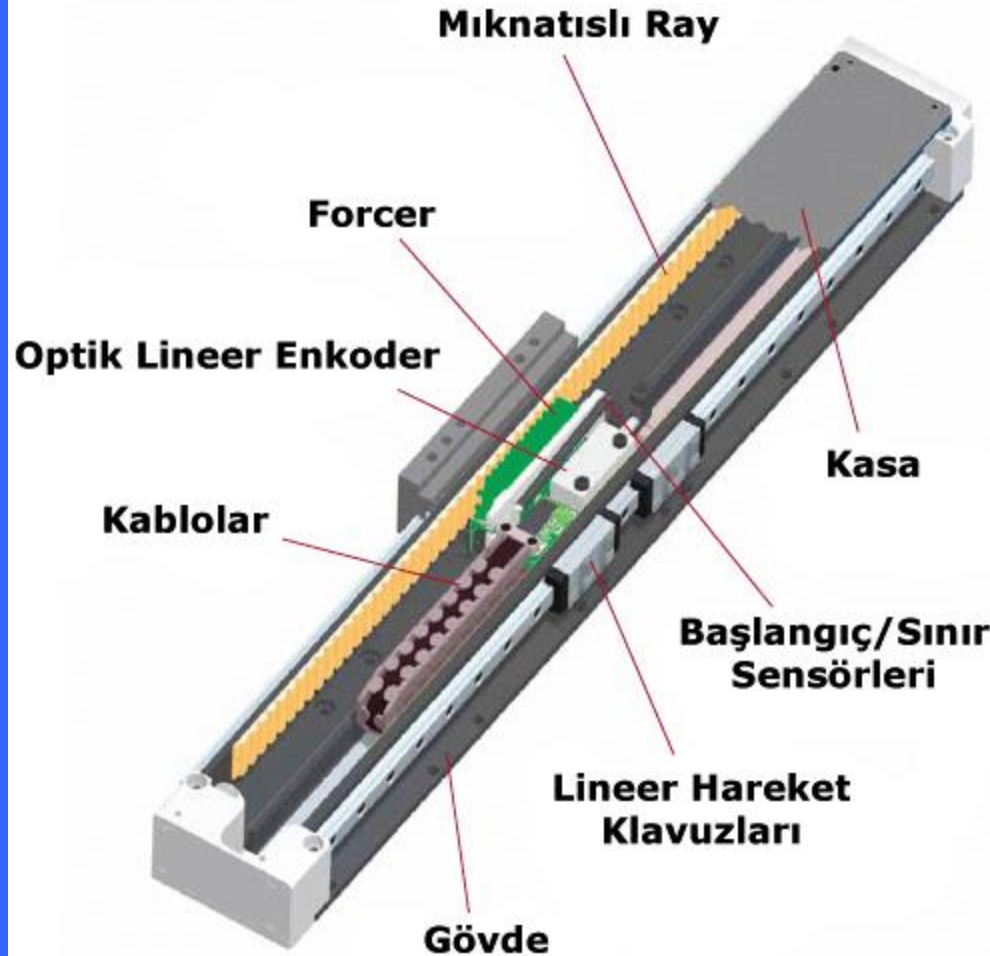
- Döner motorda torku yaratan elektromanyetik kuvvet lineer motorlarda lineer kuvveti yaratmaktadır

Lineer Motor Elemanları



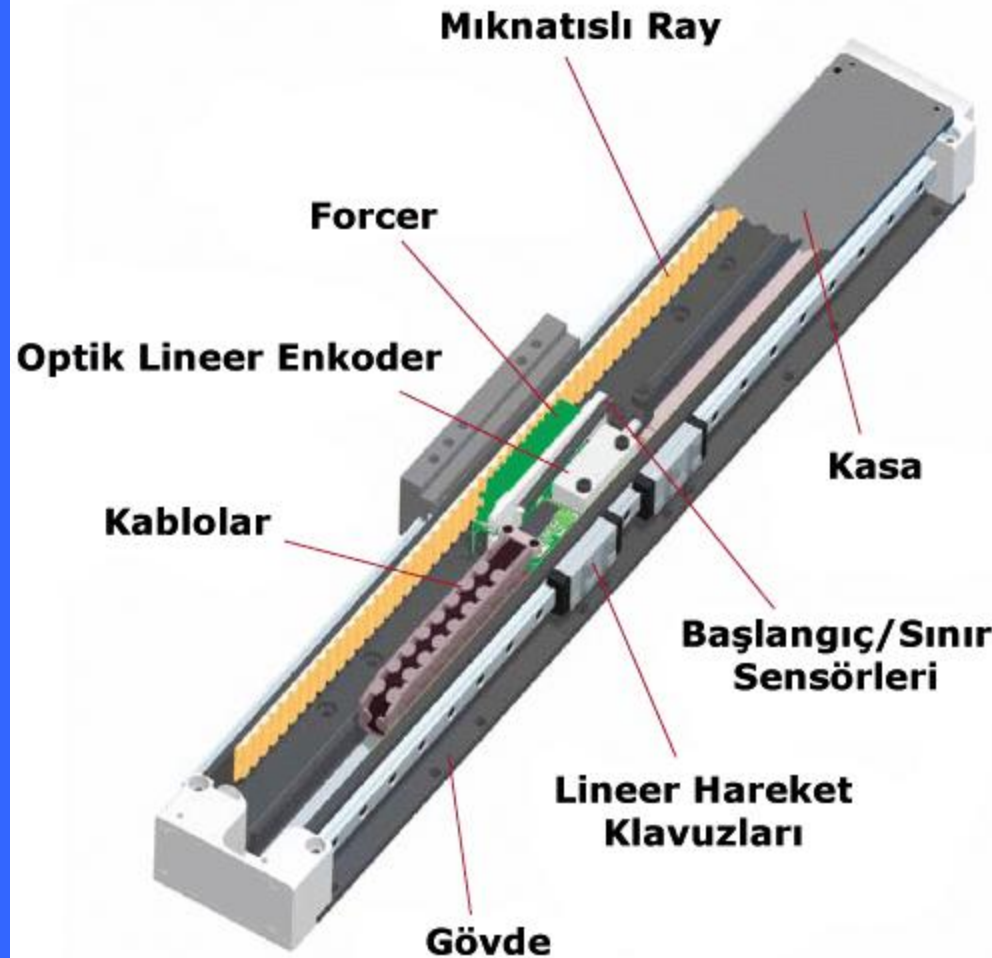
- Forcerı raydaki manyetik alan içinde tutmak için yataklama yapılır.
- Forcer ile ray arasında 0.6 mm kadar hava boşluğu vardır.
- Yükün konumunu geri besleme yapmak için lineer enkoder kullanılır.
- Mıknatısların çevredeki metallere etkileşimini önlemek için üzeri kapatılmalıdır.
- Hem forcer hemde mıknatıslı ray hareket edebilir.

Lineer Motor Elemanları



- Hareketli forcer durumunda kabloların forcerı takip etmesi gerektiğinden son derece esnek olmaları gerekir.
- Hareketli ray durumunda motorun hem yükü hemde mıknatıslı rayı hareket ettirmesi gerekmektedir. Buna karşılık kabloların yerleştirilmesi konusunda bir problem yoktur.
- Lineer motorlar elektrik enerjisini direk olarak mekanik kuvvete çevirir ve bu kuvvet direkt olarak yüke aktarılır.

Lineer Motor Elemanları



- Günümüzde lineer motorlar tipik olarak 5 m/sn'lik hızlara ve 1-10g arası ivmelerle ulaşabilirler.
- Aşınma yoktur, yağlama gerektirmez ve bu nedenle çok düşük bakım maliyetleri vardır veya hiç yoktur.
- Daha iyi konum tekrarlanabilirliği ve doğruluğu ile yüksek hızlar mümkündür.

Lineer Motorların Sınıflandırılması

I. Komütasyonun Sağlanmasına Göre Sınıflandırma

1. Fırçalı Lineer Motorlar
2. Fırçasız Lineer Motorlar

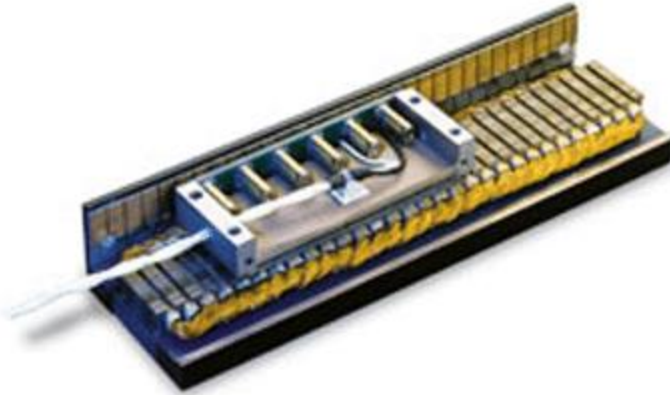
II. Şekline Göre Sınıflandırma

1. Tüp Şeklindeki Lineer Motorlar
2. U Kanal Şeklindeki Lineer Motorlar
3. Yassı Lineer Motorlar
 - a. Slotsuz Demirsiz Lineer Motorlar
 - b. Slotsuz Demirli Lineer Motorlar
 - c. Slotlu Demirli Lineer Motorlar

III. Çekirdek Tipine Göre Sınıflandırma

1. Demir Çekirdekli Lineer Motorlar
2. Hava Çekirdekli Lineer Motorlar
3. Slotsuz Lineer Motorlar

Fırçalı Linear Motorlar

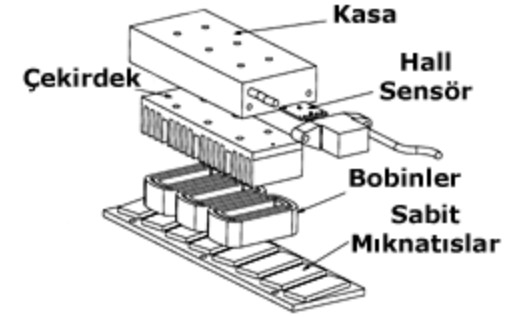
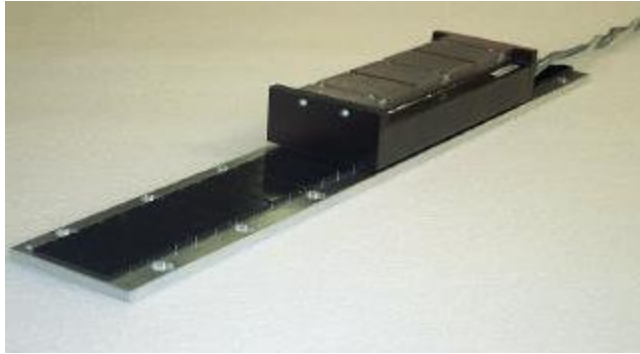


- Sargılar ray üzerindedir ve mıknatıslar forcer üzerindedir.
- Komütasyon forcerdaki fırçalar ile raydaki sargılara bağlı komütasyon çubuğu tarafından sağlanır.
- Forcer ray üzerinde hareket ettikçe fırçalar sargıların akım yönlerini değiştirirerek kutuplanmayı değiştirir.



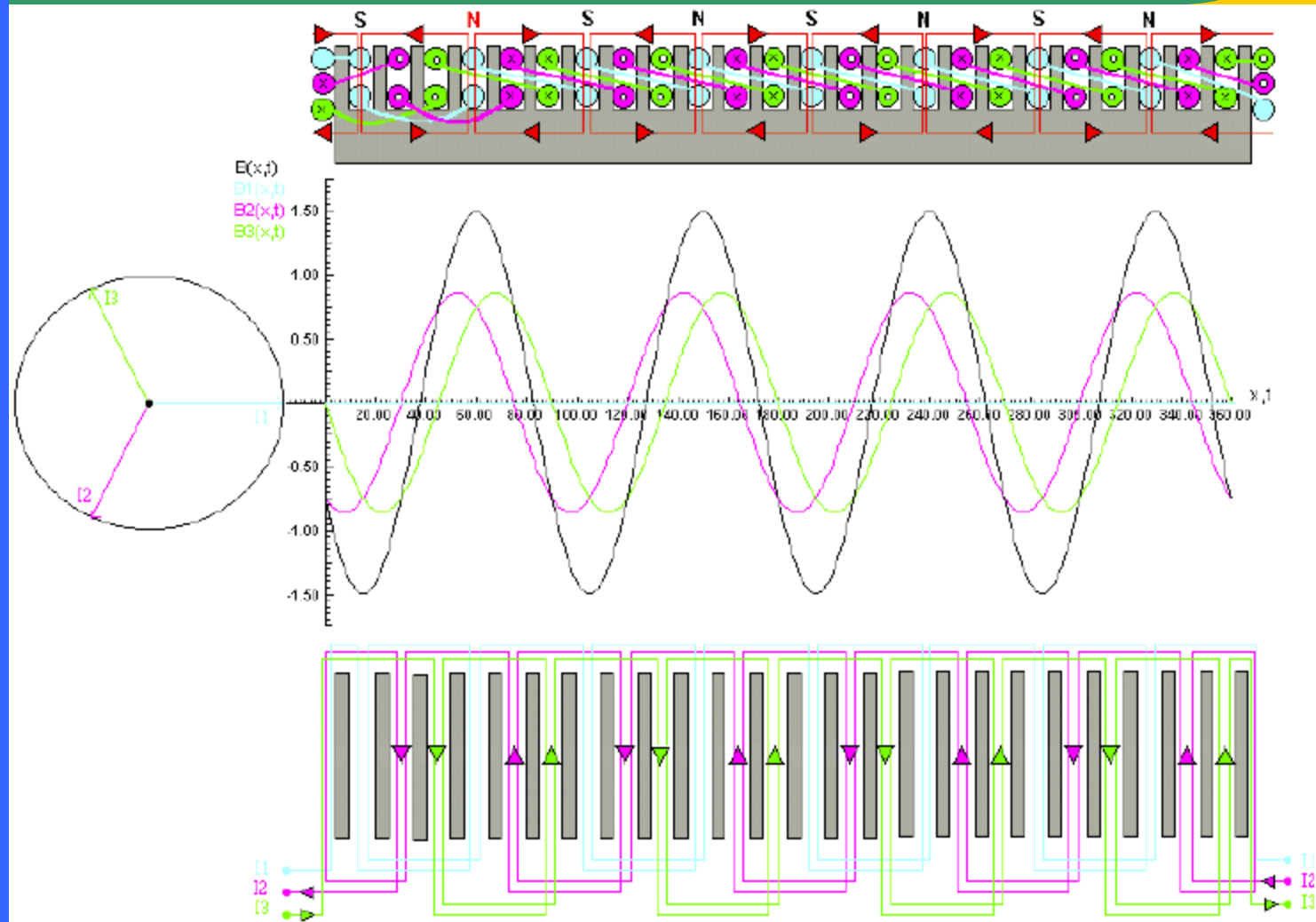
Raydaki sargıların döşenmesi maliyet gerektirir ve malzeme harcamasını artırır. Yüksek hızlarda çalışma komütasyon çubuğu ve fırçalar nedeniyle sınırlıdır.

Fırçasız Lineer Motorlar

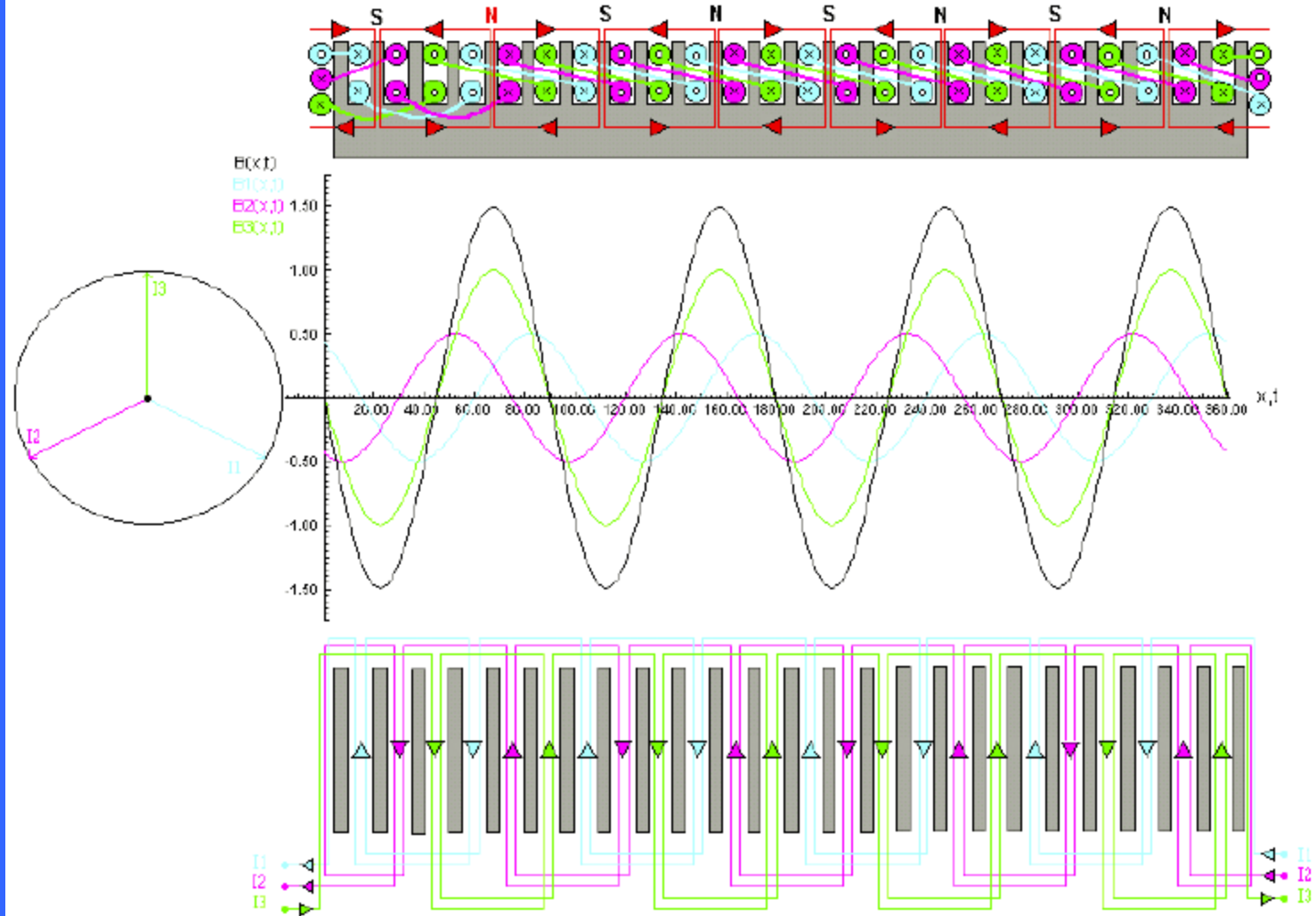


- Komütasyon 3 fazlı akım ile sağlanır.
- Forcerın mıknatıslı rayın hangi kısmında olduğunu tayini için mıknatısların yarattığı manyetik alana göre sinyal üreten hall effect sensörler kullanılır.
- Sürüş sadece hall effect sinyalleri ile sağlanabilir veya sadece başlangıçta bu sinyaller kullanılıp sürüşe sinüsoidal komütasyon ile devam edilebilir.

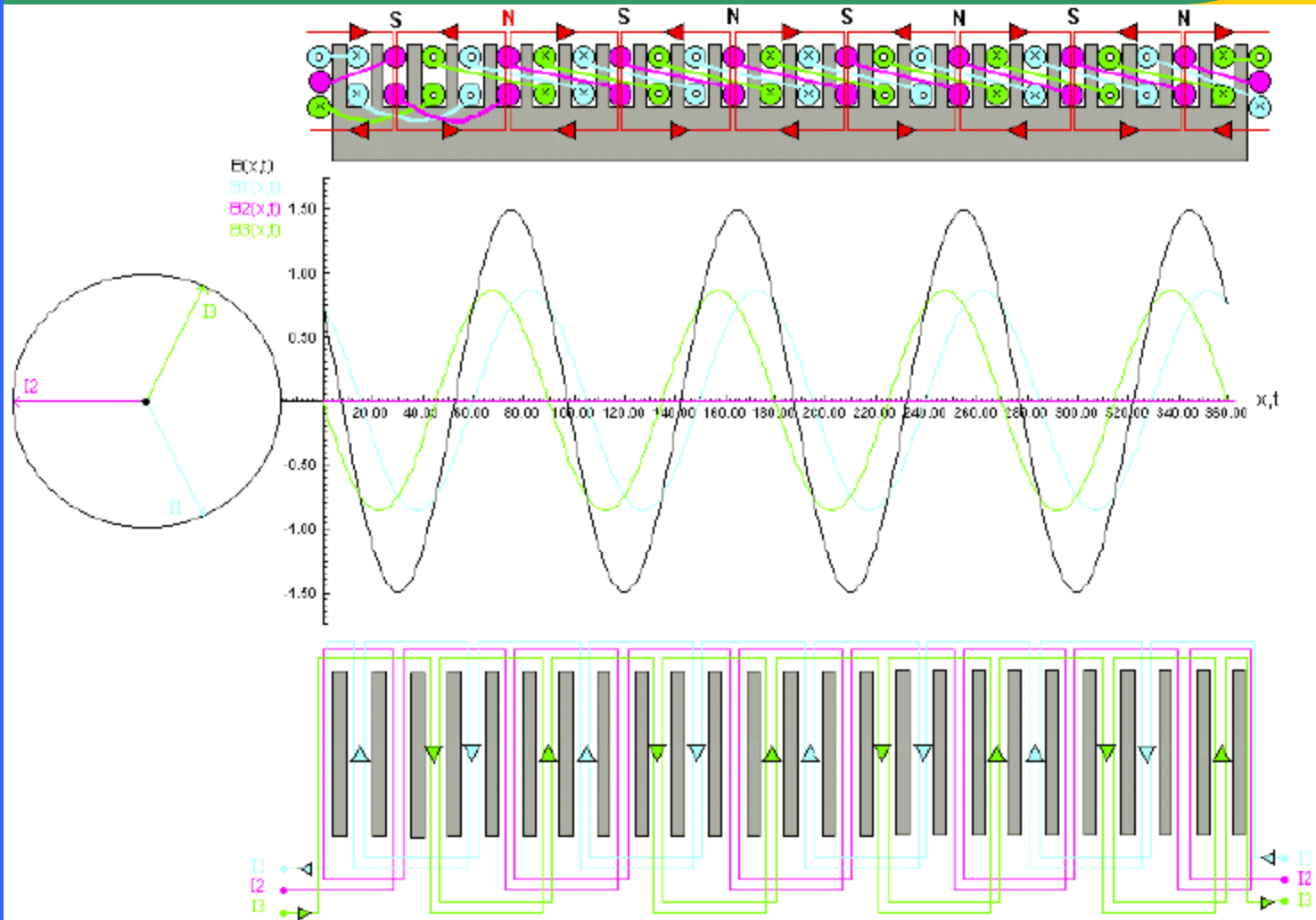
Fırçasız Lineer Motorlar



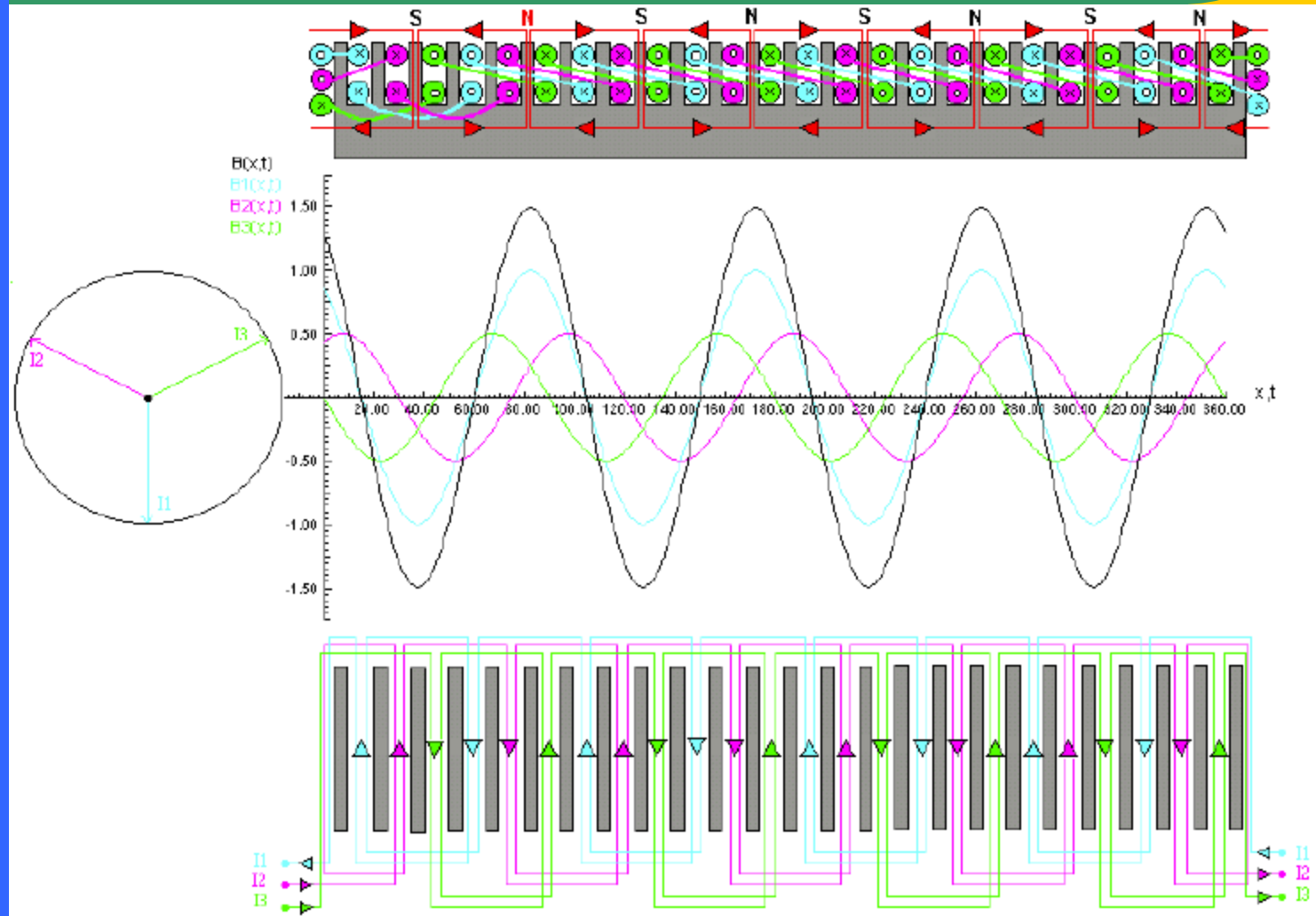
Fırçasız Lineer Motorlar



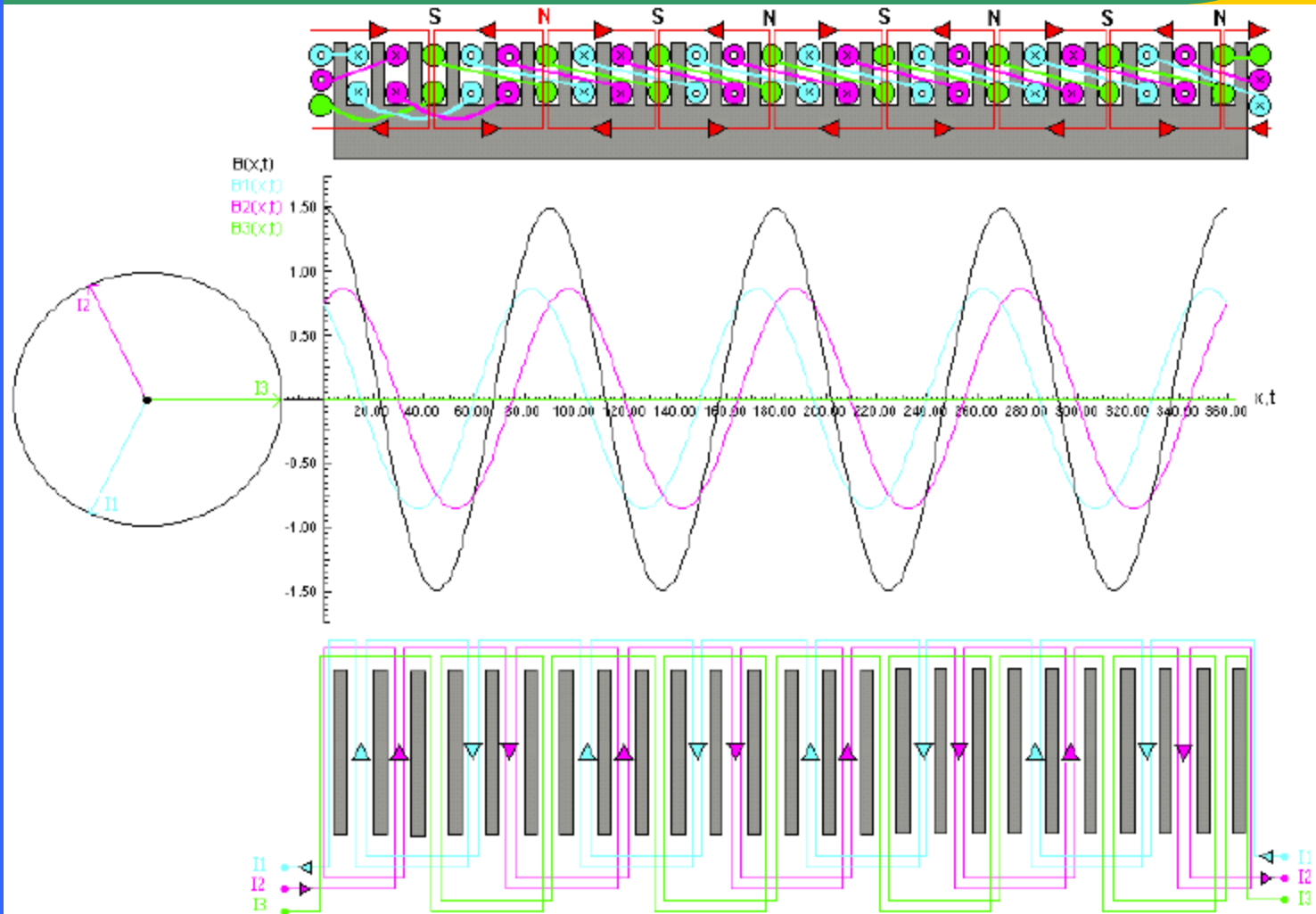
Fırçasız Lineer Motorlar



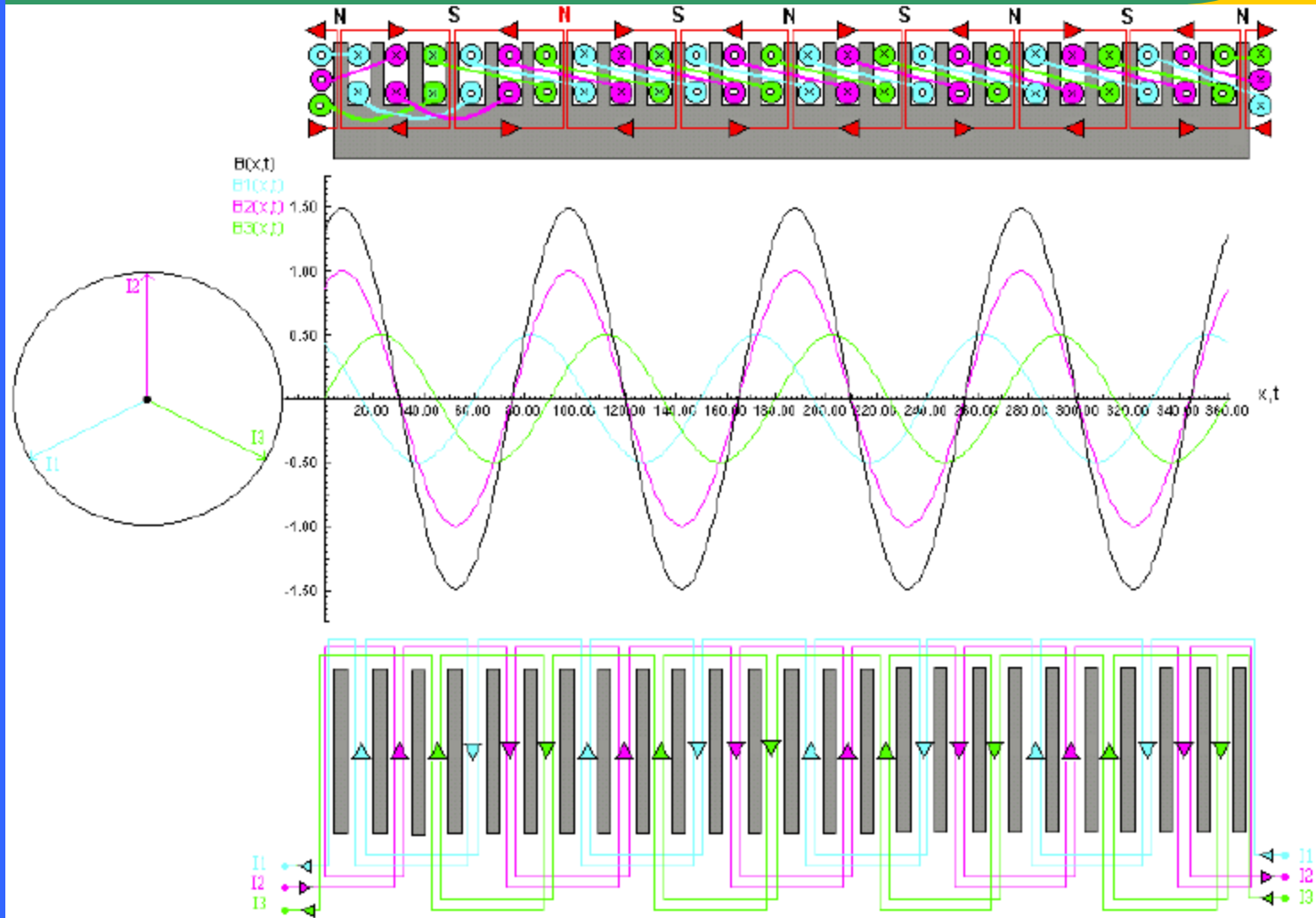
Fırçasız Lineer Motorlar



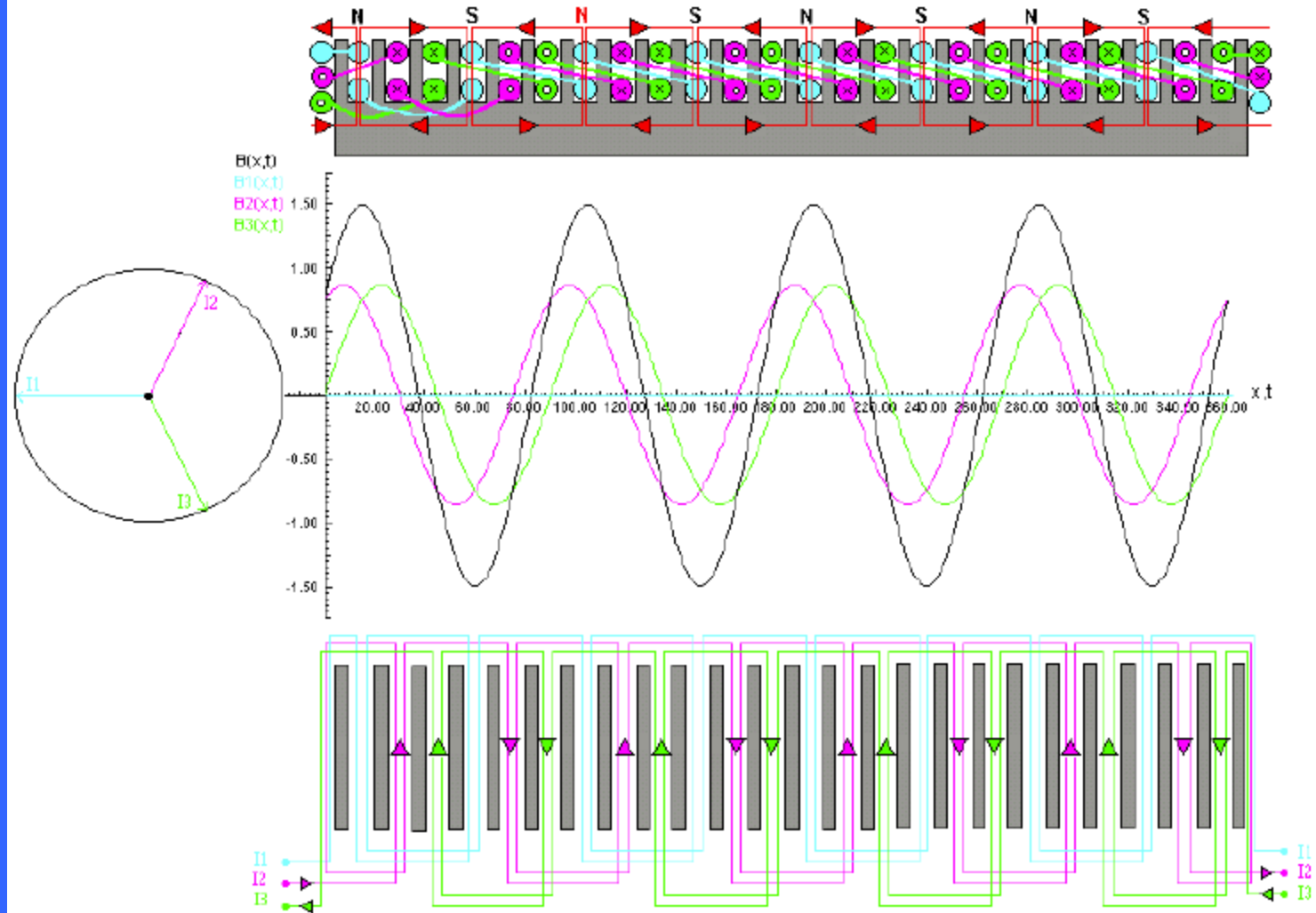
Fırçasız Lineer Motorlar



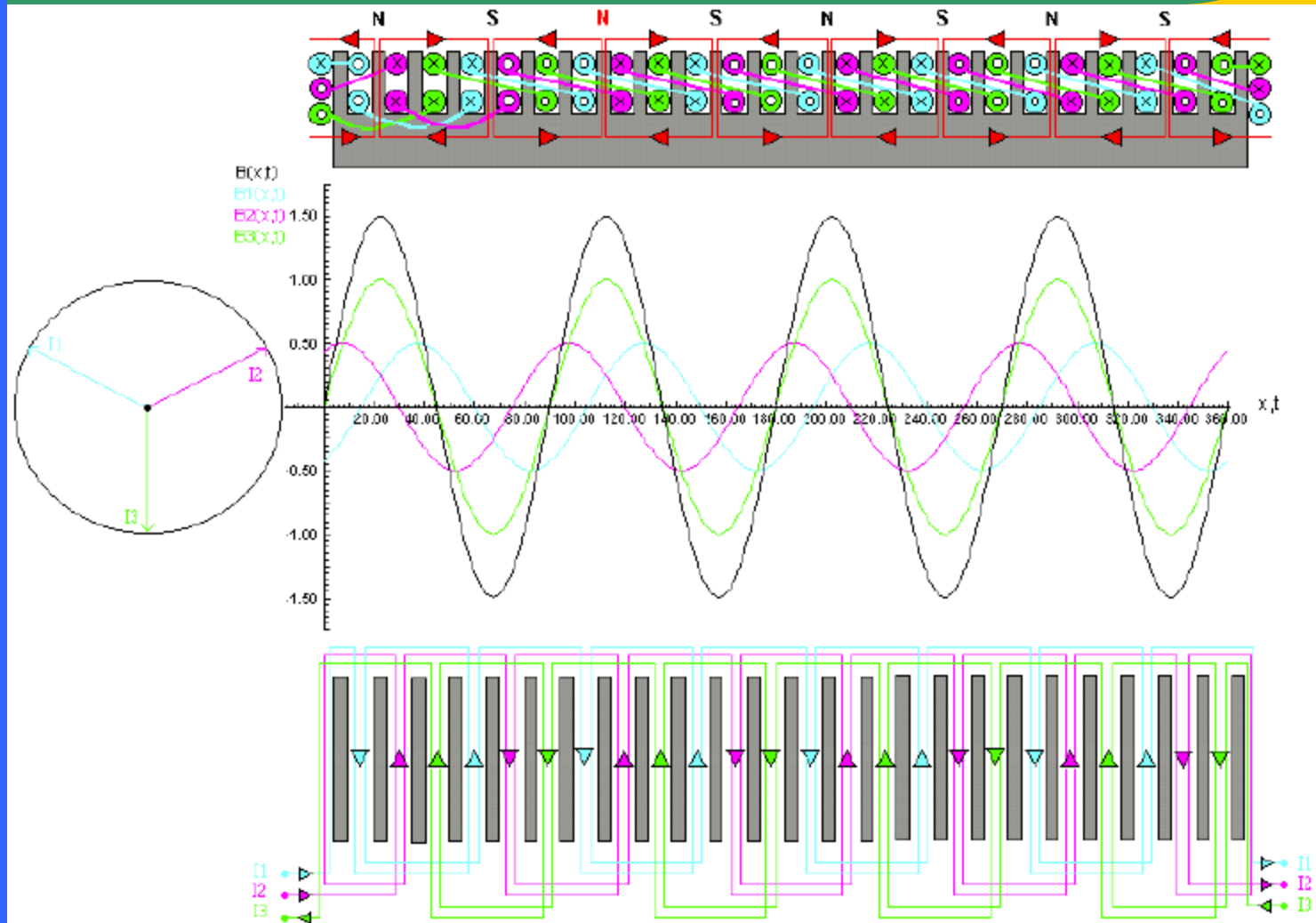
Fırçasız Lineer Motorlar



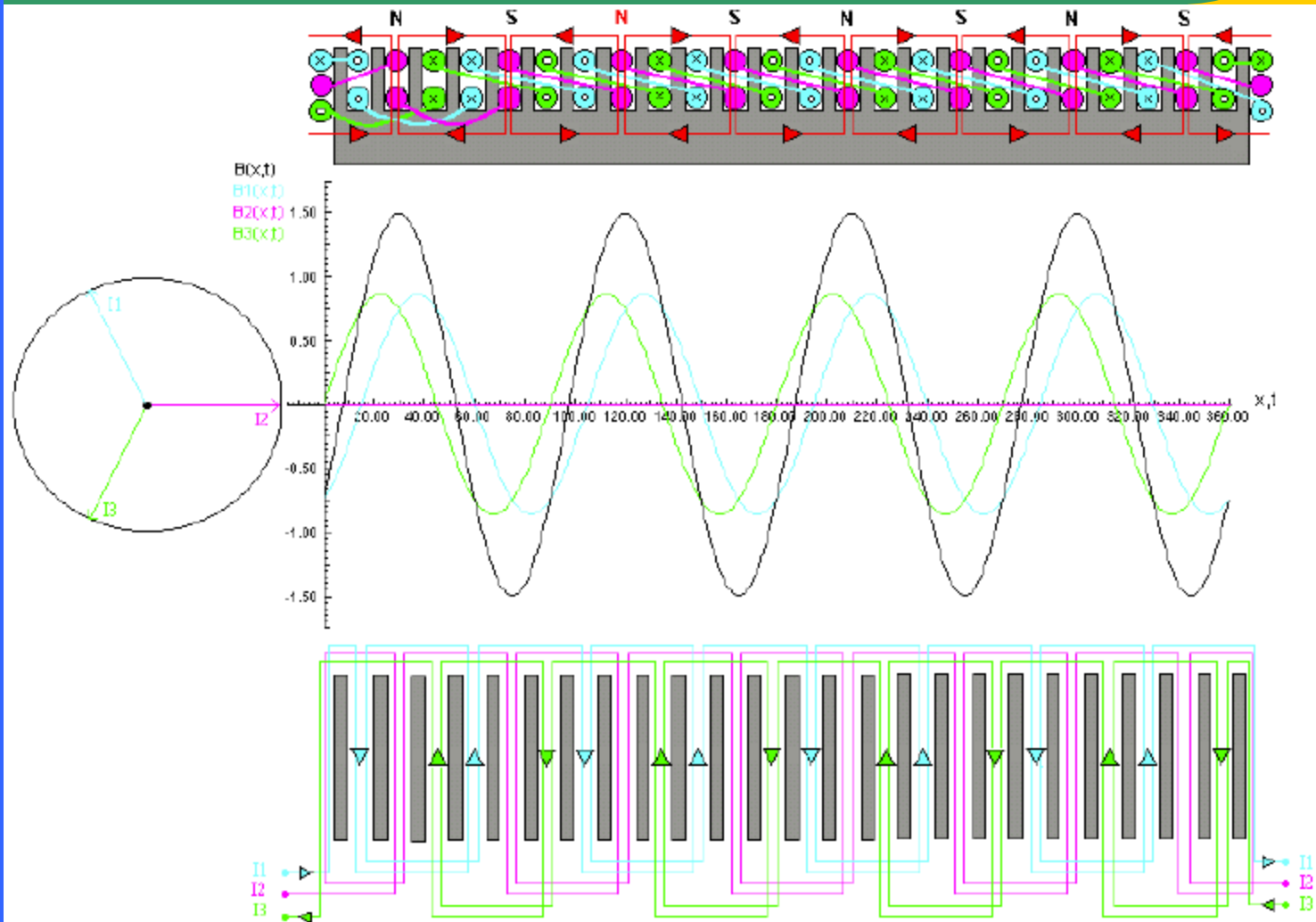
Fırçasız Lineer Motorlar



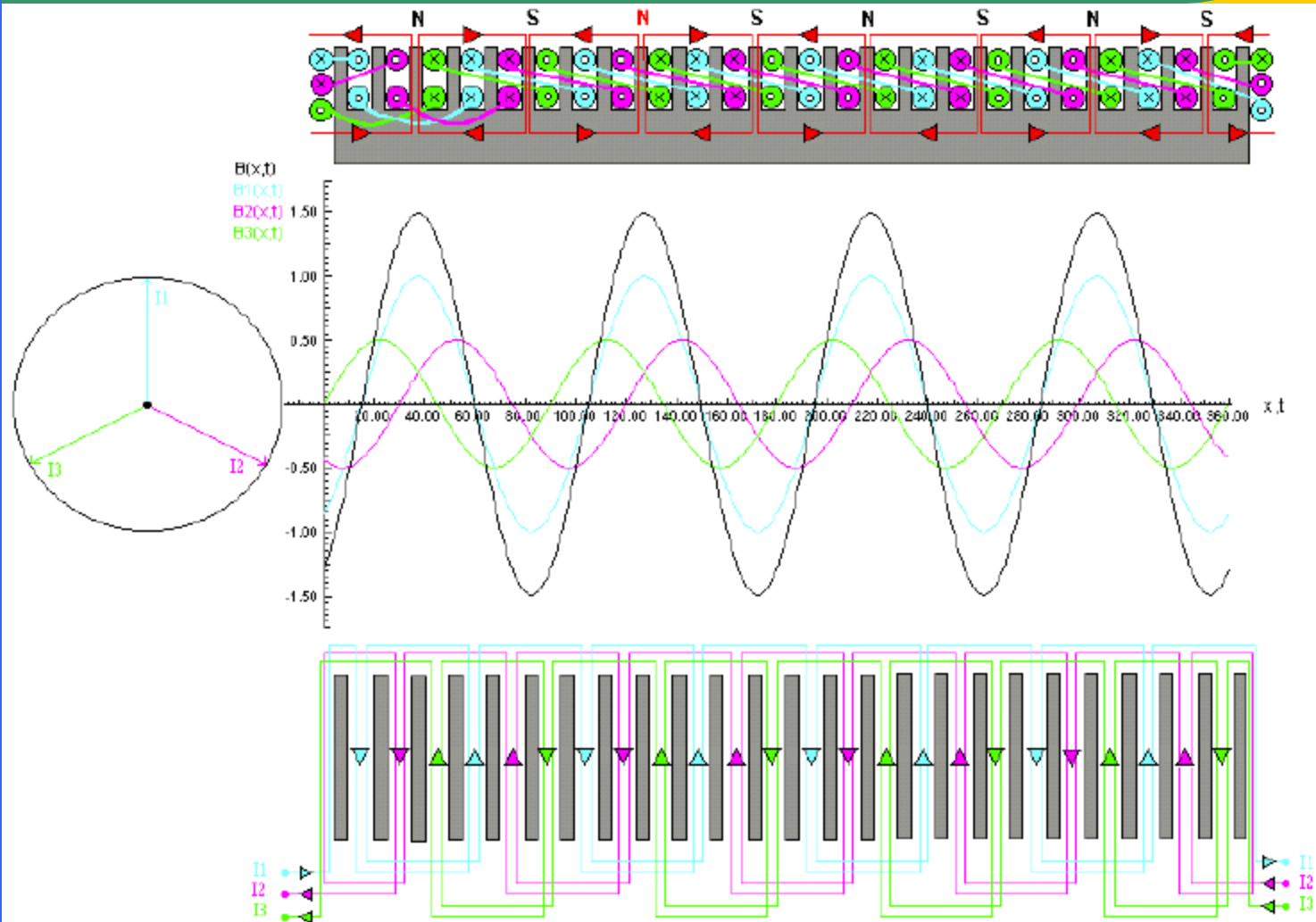
Fırçasız Lineer Motorlar



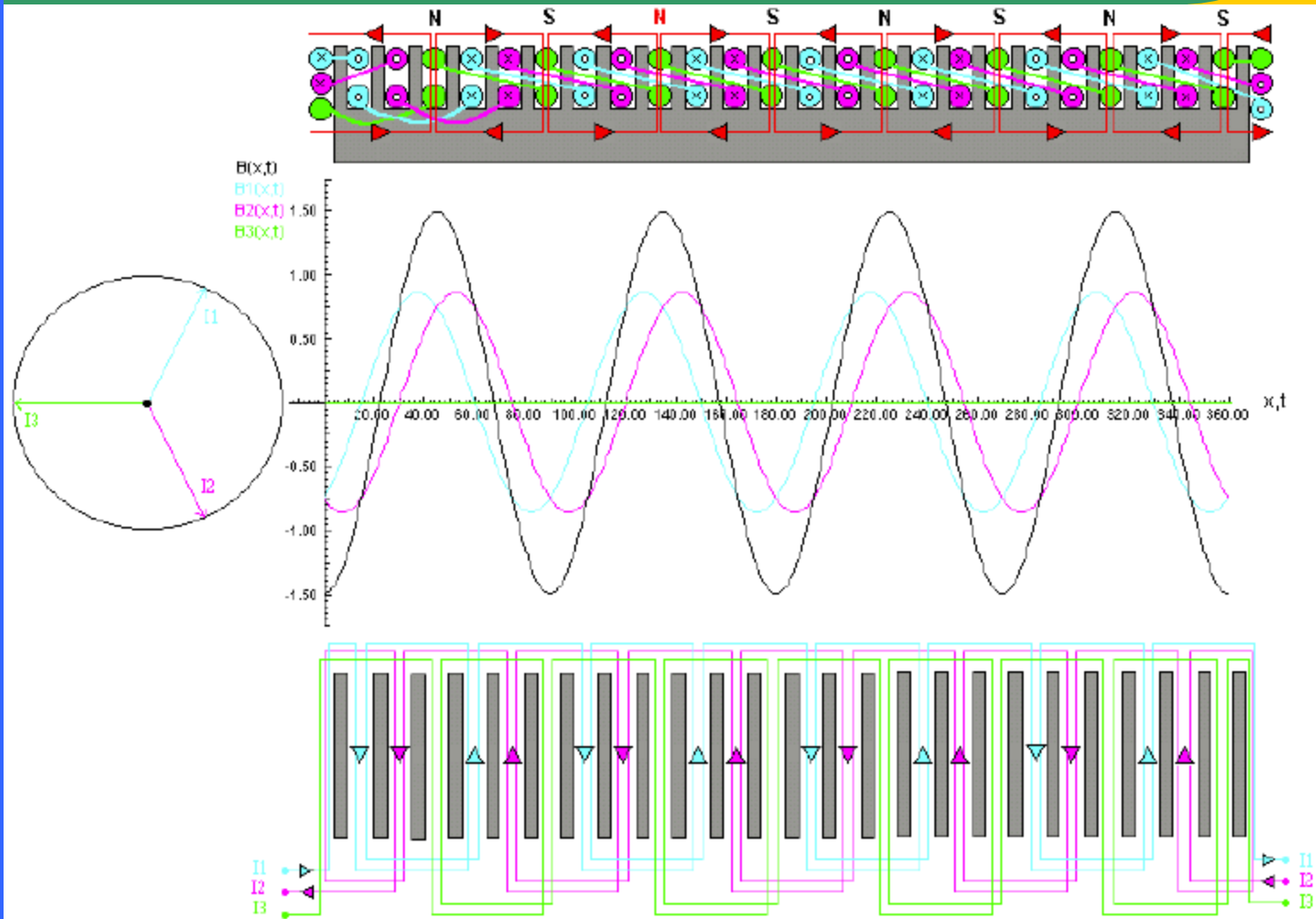
Fırçasız Lineer Motorlar



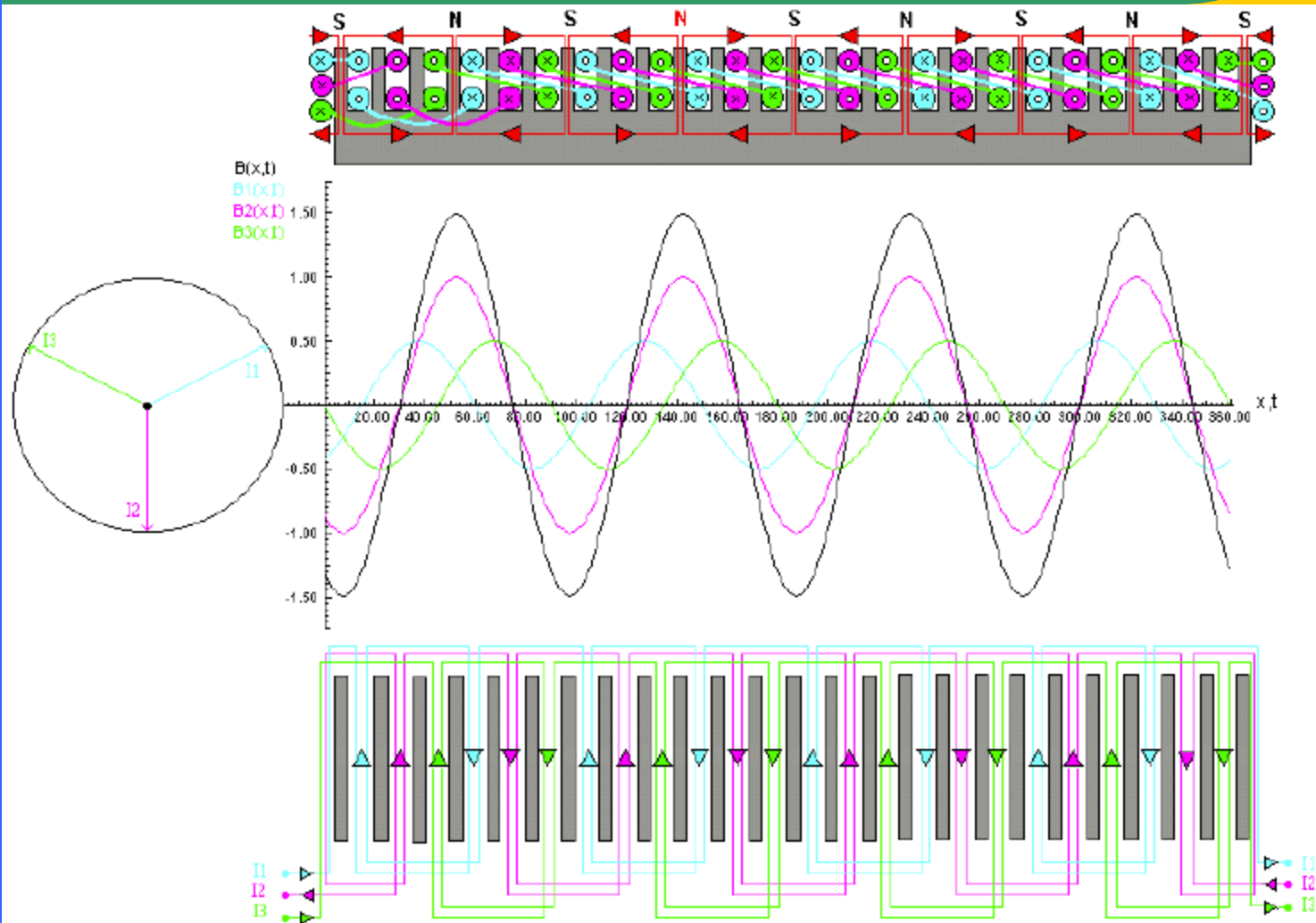
Fırçasız Lineer Motorlar



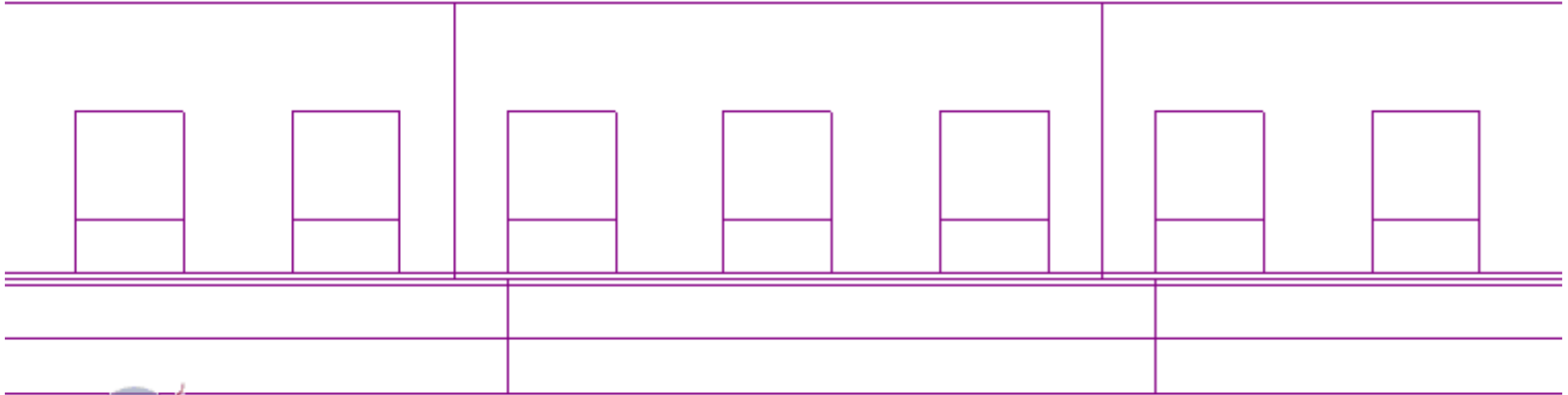
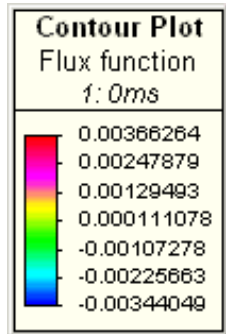
Fırçasız Lineer Motorlar



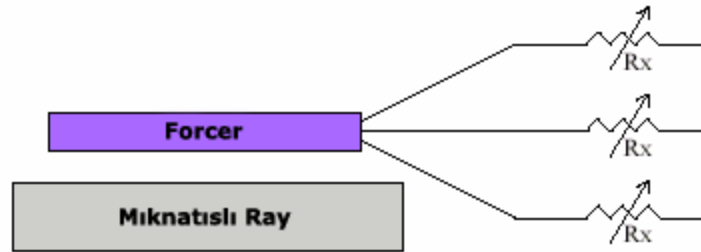
Fırçasız Lineer Motorlar



Fırçasız Lineer Motorlar

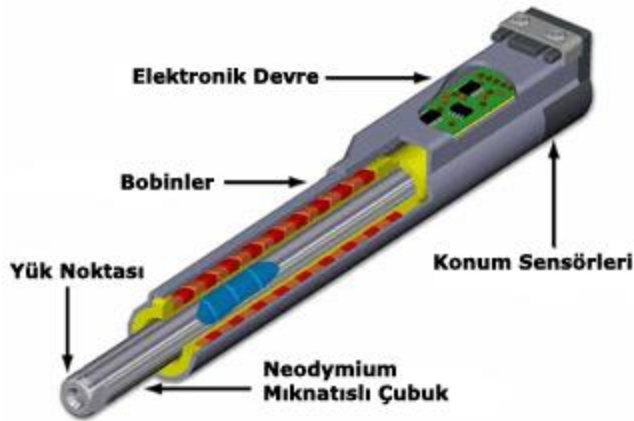
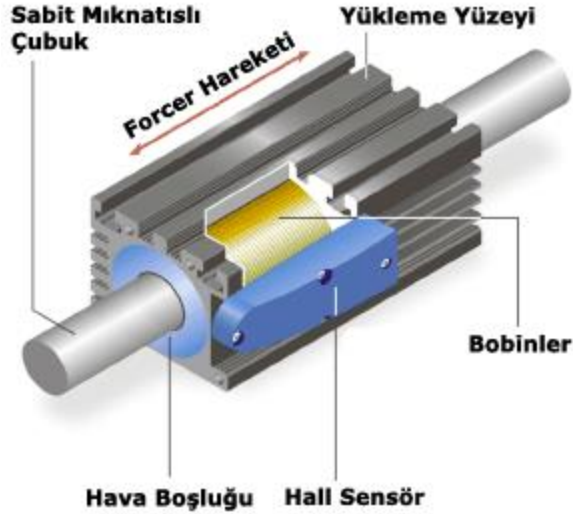


Fırçasız Lineer Motorlar



- Lineer motorlarda sinüsoidal komütasyonun kullanılması hareketin daha düzgün olmasını ve motorun daha az ısınarak daha verimli çalışmasını sağlar.
- Fırçasız tasarımda temas eden parçalar yoktur ve bu nedenle daha güvenilirdir. Buna karşılık motordaki akımı kontrol eden elektronik biraz daha karmaşıktır.

Tüp Seklindeki Lineer Motorlar



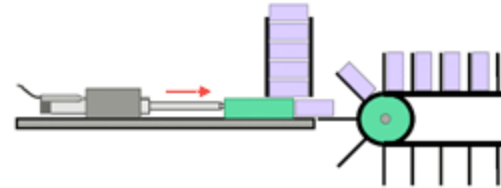
- Forcer silindirik biçimdedir ve yine mıknatısları tutan silindirik bir çubuk forcer içinde hareket etmektedir.



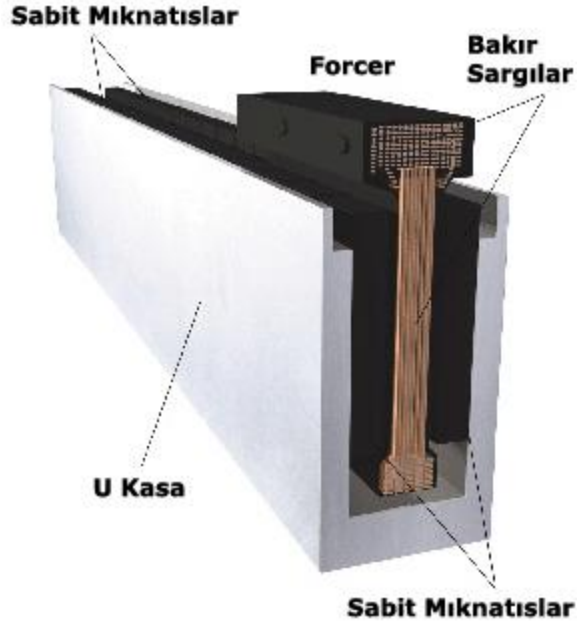
Motor tamamen çubuk boyunca hareket ettiğinden bu tasarımı sadece uçlardan yataklayabiliriz. Mesafe artışı çubuğun sehim yaparak mıknatısların forcera değmemesi için belli bir limit dahilinde tutulmalıdır.



Bir ucu kapalı tasarımda strok sınırlıdır.

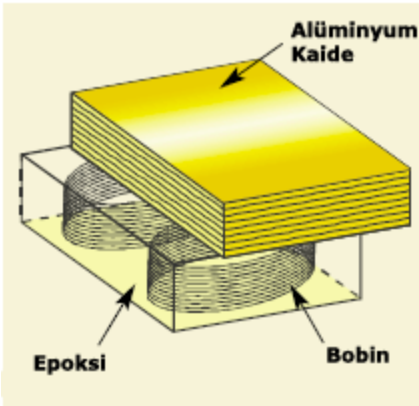
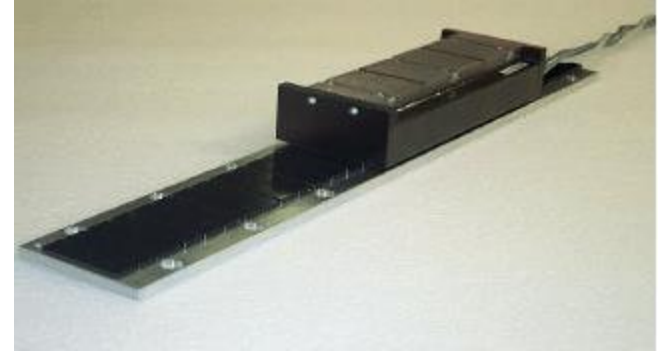


U Kanal Seklindeki Lineer Motorlar



- Birbirine bakan iki paralel mıknatıs raydan ve aralarında hareket eden forcerdan oluşur.
- Forcer demirsiz olduğundan ray ile arasında çekim kuvvetleri mevcut değildir. Kütlesi düşüktür ve yüksek ivmelenmelere izin verir.
- Daha az manyetik alan sızıntısına sebep olur, cisimlerin güçlü mıknatıslar tarafından yakalanma riskinide azaltır.
- Katedilen mesafe rayları birbirine ekleyerek arttırılabilir.

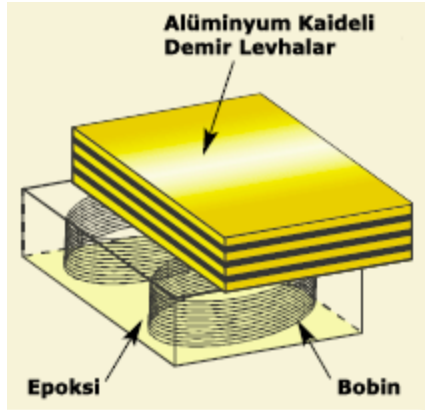
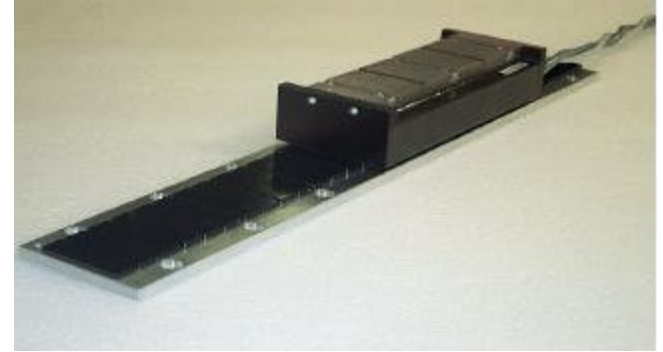
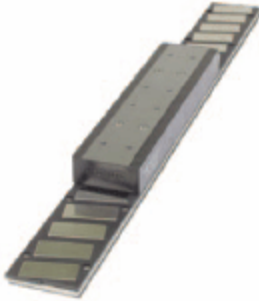
Yassı Lineer Motorlar



Slotsuz Demirsiz
Yassı Lineer Motor

- Forcerda demir bulunmaması sebebiyle ray ile arasında çekim kuvvetleri olmadığından adımlama (cogging) yoktur. Bu özellik yatak ömrünü bazı uygulamalarda uzatır.
- Bu tip tasarım yassı lineer motor tasarımları arasında en az kuvvet verenidir. Genel olarak yassı mıknatıslı rayların yüksek manyetik alan sızıntıları vardır ve diğer metallerle etkileşimlerinden sakınılmalıdır.

Yassı Lineer Motorlar

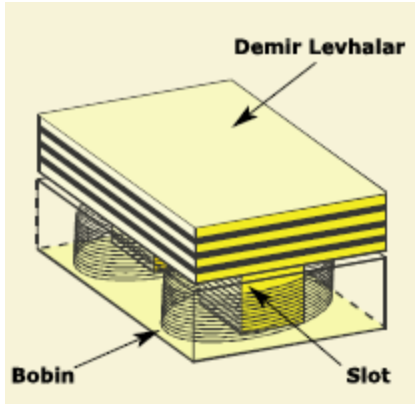
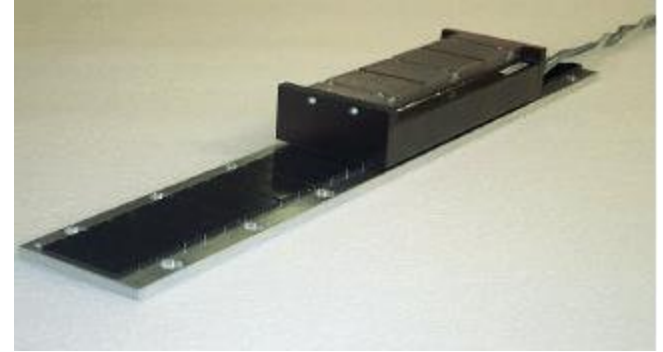
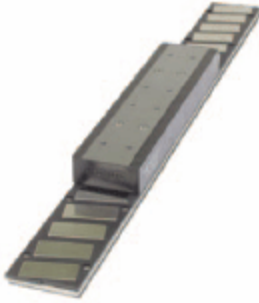


Slotsuz Demirli

Yassı Lineer Motor

- Demir tabakalar manyetik alanı yönlendirmek ve kuvveti arttırmak için kullanılırlar.
- Demir tabakalar nedeniyle forcer ile ray arasında bir çekim kuvveti oluşur ve bu motorun oluşturduğu kuvvetle orantılıdır.
- Bu tabakalar sebebiyle motorda bir adımlama kuvveti oluşur. Forcerı raya monte ederken yaralanmalara da dikkat edilmelidir.

Yassı Lineer Motorlar

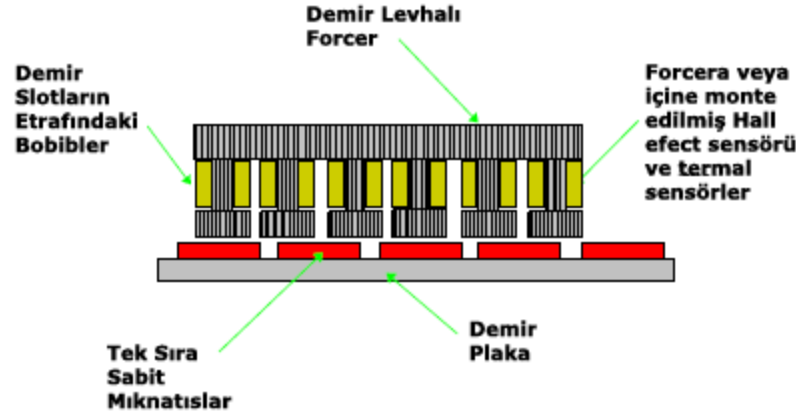


Slotlu Demirli

Yassı Lineer Motor

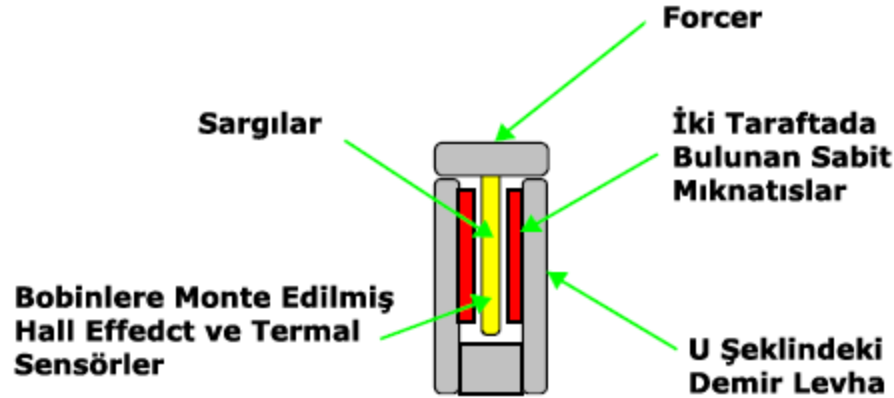
- Bobin sargıları demir blokların arasına yerleştirilmiştir. Bu bloklar manyetik alanı odaklayarak önemli derecede motor kuvvetini artırır.
- Demir çekirdek ile ray arasında kuvvetli bir çekim kuvveti vardır.
- Bu kuvvetler yataklardaki aşınmayı artırır ve adımleme kuvvetleri meydana getirir
- Bu çekim kuvveti mıknatısları eğri yerleştirerek azaltılabilir.

Demir Çekirdekli Lineer Motorlar



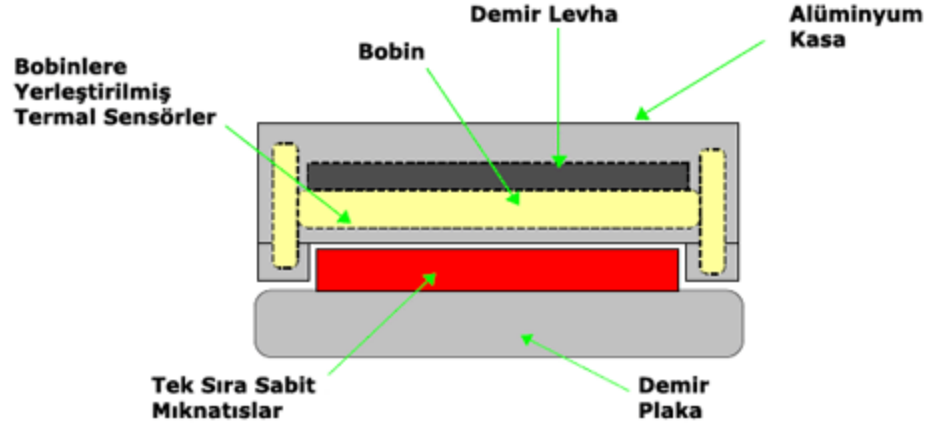
- Levhaların kullanılması manyetik alanı yoğunlaştırılır ve bu tip motor hacim başına en büyük kuvveti meydana getirir.
- Sargılar demir slotlar etrafında olduğundan ısıнын dağıtılması mükemmeldir.
- Forcer ile ray arasında çok güçlü bir çekim kuvveti mevcuttur. Bu kuvvet motorun sürekli rejimdeki itme kuvvetinin 10 katı kadar olabilir.
- Her mıknatısın üzerinden geçişte itme kuvvetinde değişimler meydana gelir. Buna adımlama adı verilir ve düşük hızlarda hızda dalgalanmalara neden olduğundan düzgünlüğü etkiler.

Hava Çekirdekli Lineer Motorlar



- Forcerda demir olmadığından forcer ile ray arasında bir çekim kuvveti mevcut değildir. Adımlama ve yataklar üzerinde ekstra yükler yoktur. Motorun yönetilmesi ve kurulması kolaydır.
- Aşırı hız kontrolü gerektiren uygulamalara uygundur.
- Forcer hafiftir. Düşük yüklerde yüksek ivlenmeler ve daha fazla işlem hacmi mümkündür.
- Motorun ısı kontrolü zordur.
- Demir çekirdekliye göre yapısı daha zayıftır.

Slotsuz Lineer Motorlar



- Forcerın dayanımı hava çekirdekliye göre daha fazladır.
- Demir çekirdekliye göre daha hafiftir. Düşük yük uygulamalarında yüksek iş hacmi vardır.
- Forcer ile ray arasında çekim kuvvetleri meydana gelir fakat bu demir çekirdekliye olduğu kadar fazla değildir. Adımlama daha azdır.
- Bobinlerin demir levha ve alüminyum kasa ile teması nedeniyle ısı transferi iyidir.
- Hacim başına kuvvet bu tasarımda hava çekirdekli ile demir çekirdekli arasındadır.

Lineer Motorlar ve Kayış - Kaskak Mekanizmaları

Kayış Kaskak Mekanizması

-  İtme kuvvetinin kapasitesi kayışın gerilme dayanımına bağıldır. Yüklér hafif olmalıdır.
-  Döner enkoder şaftın pozisyonunu ölçer, doğruluk kötüdür.
-  Konumlandırırıda ± 1 enkoder sayımı kadar hata payına sahiptir. Bu çok hızlı bir hareketin sonunda salınırına neden olur. Tekrarlanabilirlik kötüdür.
-  Yüksek hızlar mümkün değildir.

Lineer Motor

-  Direk sürüş vardır. Birkaç bin Newton luk itme kuvvetleri mümkündür.
-  Konum direk yükten ölçülür.
-  Geri tepme veya mekanizma ile çalıştırırma olmadığından bir enkoder sayımına defalarca tekrarlanabilir.
-  Bir lineer motorlu sistem 5 m/s lik hızlara çıkabilir.

Lineer Motorlar ve Kremayer Mekanizmaları

Kremayer Mekanizması



Pinyon dişli iki yönlü hatalılığa sahiptir ve zaman içinde aşınma bu problemi arttıracaktır.



Sistemin geri tepmesi motordaki enkoderin gerçek yük pozisyonunu algılamasına engel olur.



Dişlilerdeki geri tepme servo sistemde kararsızlığa sebep olurki buda daha düşük kazancı ve daha yavaş genel performansı mecbur kılar.

Lineer Motor



Sürtünme yok denecek kadar azdır, aşınma yoktur.



Konum direk yükten ölçülür. Geri tepme yoktur.



Geri tepme yoktur yüksek hızlara çıkılabilir.

Lineer Motorlar ve Vida Mekanizmaları

Vida Mekanizmaları



Klavuz vida mekanizmasında Yüksek sürtünmeler geri tepmeyi azaltsada ısı ve aşınma meydana getirerek doğruluk ve tekrarlanabilirliği azaltır



Doğru işlenmiş bilyalı vida mekanizması doğruluğu arttıracaktır fakat maliyeti yüksektir ve zamanla aşınmalardan ötürü azalan bir doğruluk ve tekrarlanabilirlik meydana gelecektir.



Bilyalı vida mekanizmasının hızını arttırmak için vida adımını arttırmak mümkündür fakat bu konumsal çözünürlüğü etkiler.

Lineer Motor



Aşınma yok denecek kadar azdır. Doğruluk ve tekrarlanabilirlik yüksektir ve değişmez.



Yüksek hızlarda konumsal çözünürlük etkilenmez

Lineer Motorlar ve Vida Mekanizmaları

Vida Mekanizmaları



Çok yüksek açısal hızlar vidanın salınmasına, rezonansa girmesine veya titreşime neden olur. Bu problem vidanın uzunluğu arttıkça büyümektedir.



Yükün konumlandırılması motora bağlı bir döner enkoder ile sağlanır.

Lineer Motor



Yüksek hızlara çıkılabildiği gibi katedilen mesafe istenildiği kadar arttırılabilir.



Yükün konumu direk yükten ölçülür.

Lineer Motorların Dezavantajları



Pahalıdır fakat uzun vadede diğer sistemlere göre avantajlı olabilir.



Temassız çalışma özelliğinden dolayı motorun kapatılması halinde düşeyde tutulan yük düşer.



Motor döner motorlarda olduğu kadar kolay kapatılamamaktadır.



Sürtünmelerin yok denecek kadar az olması, yatayda çalışma esnasında elektrik kesilmesi durumunda forcerın kenarlara çarpmasına neden olur.



Yük direkt olarak forcera bağlı olduğundan bobinlerin ısısı yüke aktarılır. Isıya duyarlı uygulamalarda problemlidir.

Lineer Motorların Kullanım Alanları

- Daha yüksek hız
- Daha yüksek hassasiyet
- Daha sessiz çalışma
- Daha temiz çalışma

...istiyorsanız, lineer motorlar.

Lineer Motorların Kullanım Alanları

Tıp Alanında:

- CAT-scan hasta masaları
- Microarray işlemi



Lineer Motorların Kullanım Alanları

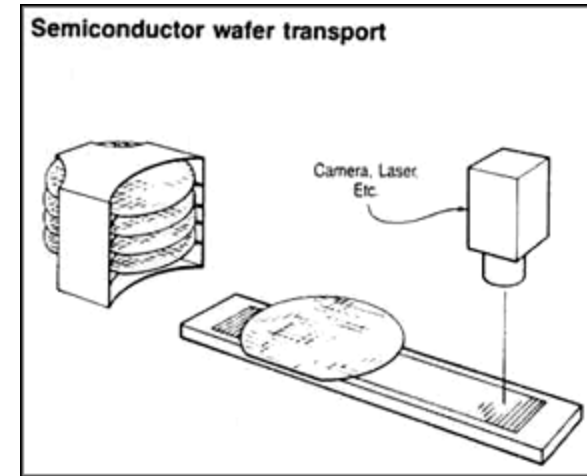
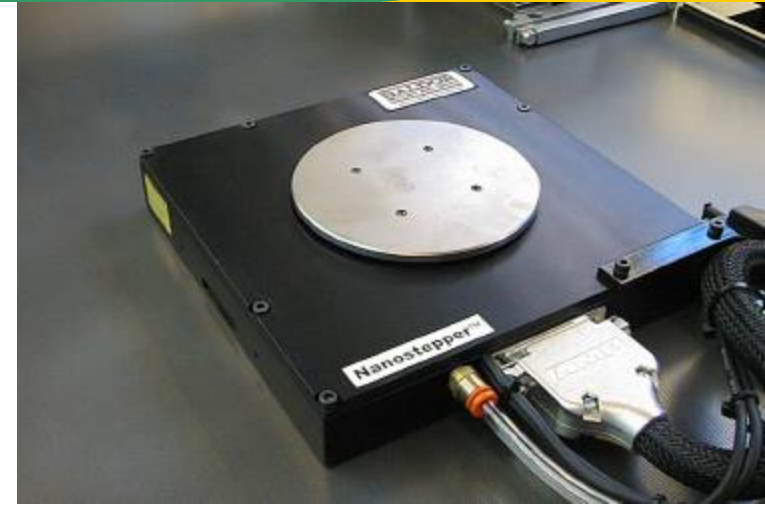
Yarı İletken ve MEMS üretimi:

- 10 nm'ye kadar çözünürlük
- Tekrarlanabilirlik
- Hız

Geleneksel teknolojilere karşı büyük üstünlük.

- Waferların taşınması ve hassas konumlandırılması.

- Kalıp dizilmesi



Lineer Motorların Kullanım Alanları

- Metroloji

CMM



- Hassas konumlandırma

- CNC

- Laserli kesme



Lineer Motorların Kullanım Alanları



Lineer Motorların Kullanım Alanları



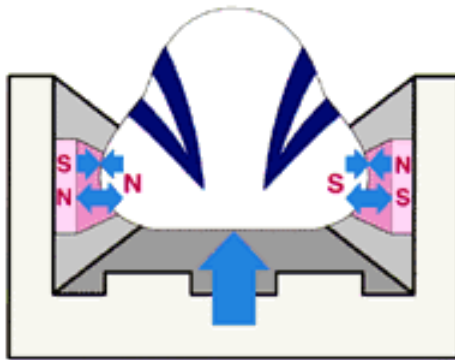
Lineer Motorların Kullanım Alanları



Lineer Motorların Kullanım Alanları

Ulaşım: Maglev Trenleri

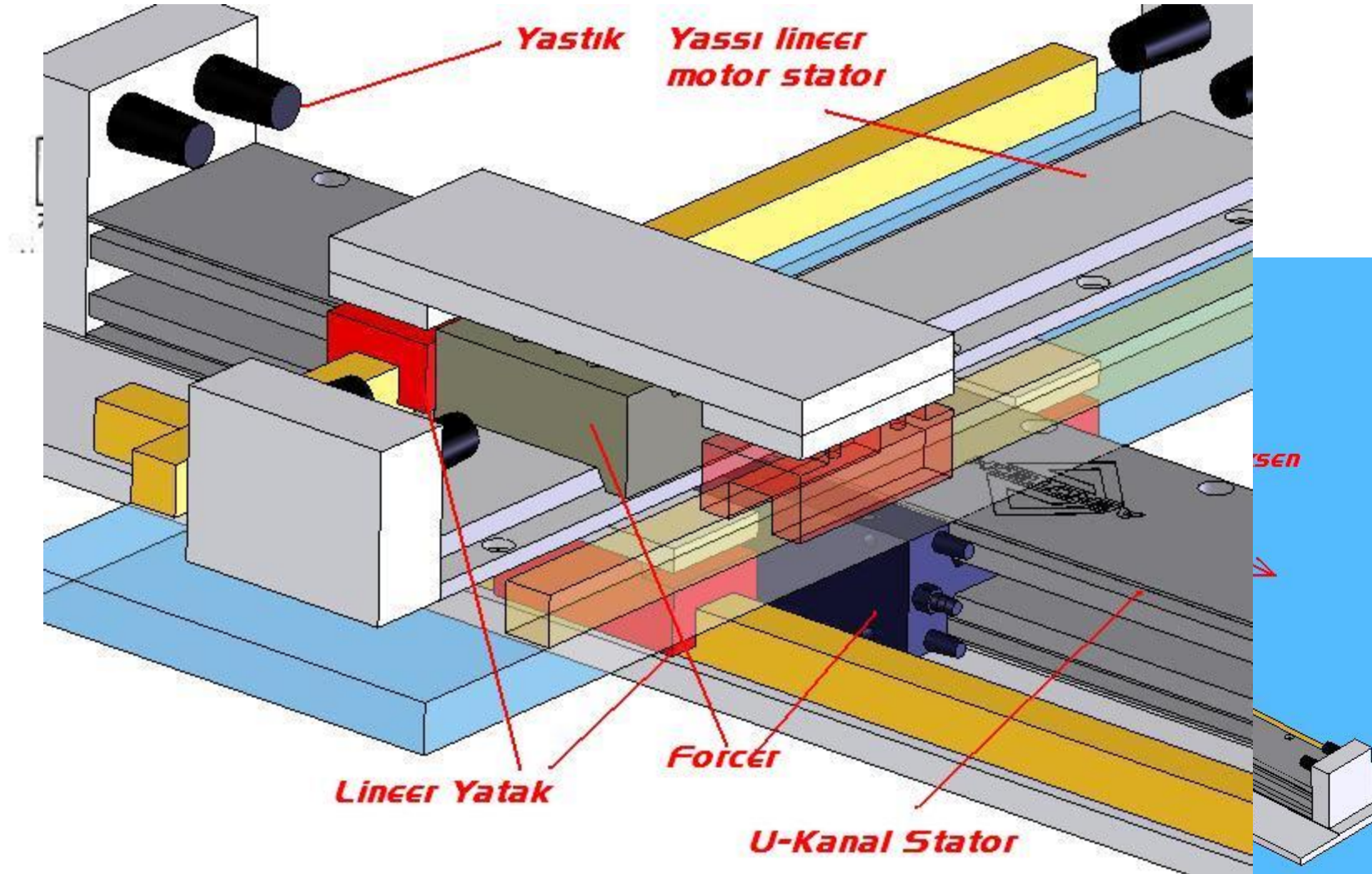
- Hızlı Tren (TGV)
- 500 km/saat



MAGLEV



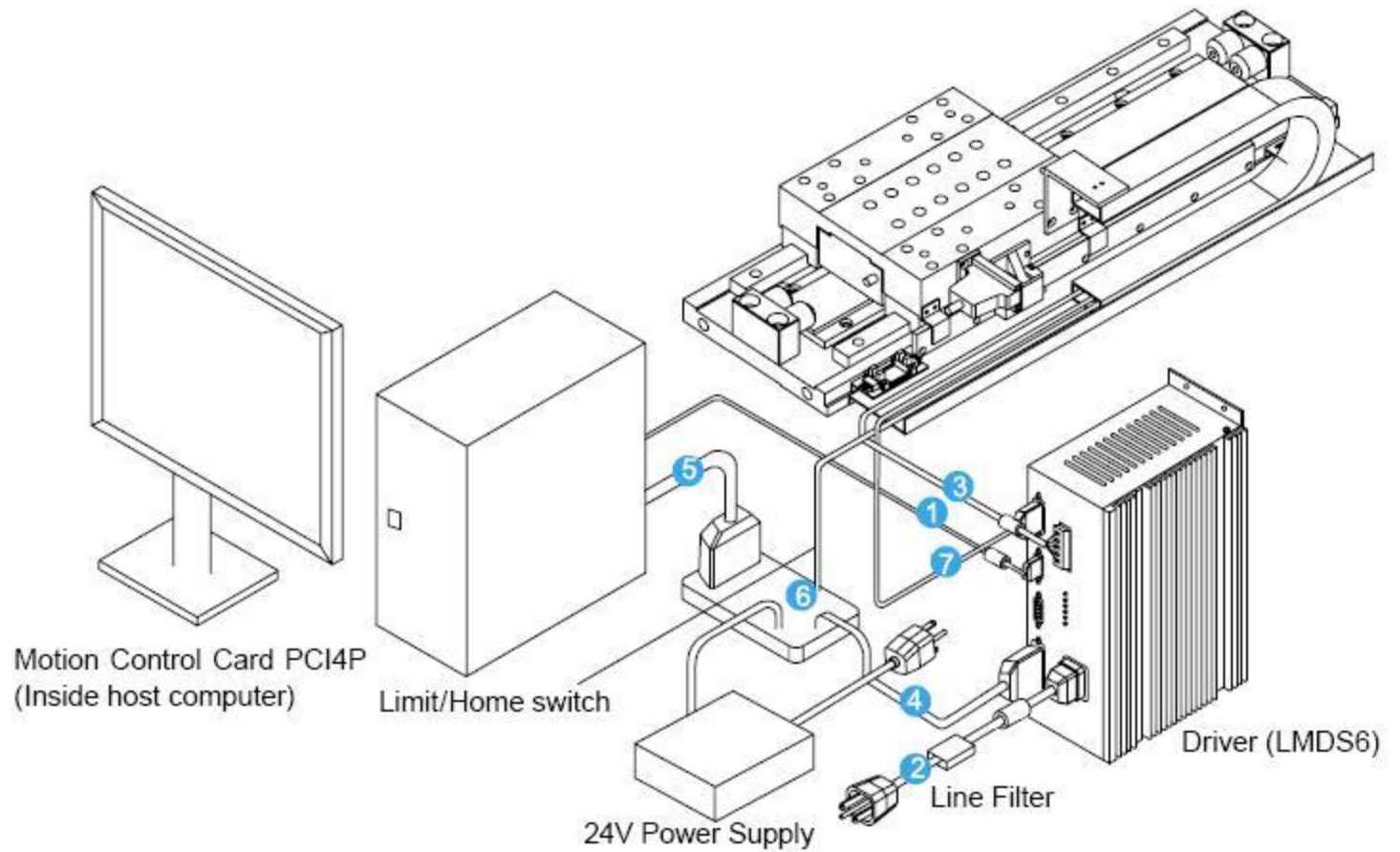
Lineer Motorların Kullanımı



Nereden Temin Edilebilir?

- Mikrohost Sistem – Baldor lineer motor ve sürücüleri
(www.mikrohost.com.tr)
- Omron – Yaskawa lineer motor ve sürücüleri
(www.omron.com.tr)
- Polymak – Hiwin lineer motor ve sürücüleri
(www.hiwin-tr.com)
- Robotek – Danaher lineer motor ve sürücüleri
(www.robotek.com.tr)

Kurulum ve Çalıştırma



SORULARINIZ ?