

Asansör sistemlerinde teknolojik gelişmeler ve eğilimler...

- Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor Teknolojisi
- Asansörlerde Enerji Verimliliği

Doç.Dr. H. Tarık DURU
Kocaeli Üniversitesi

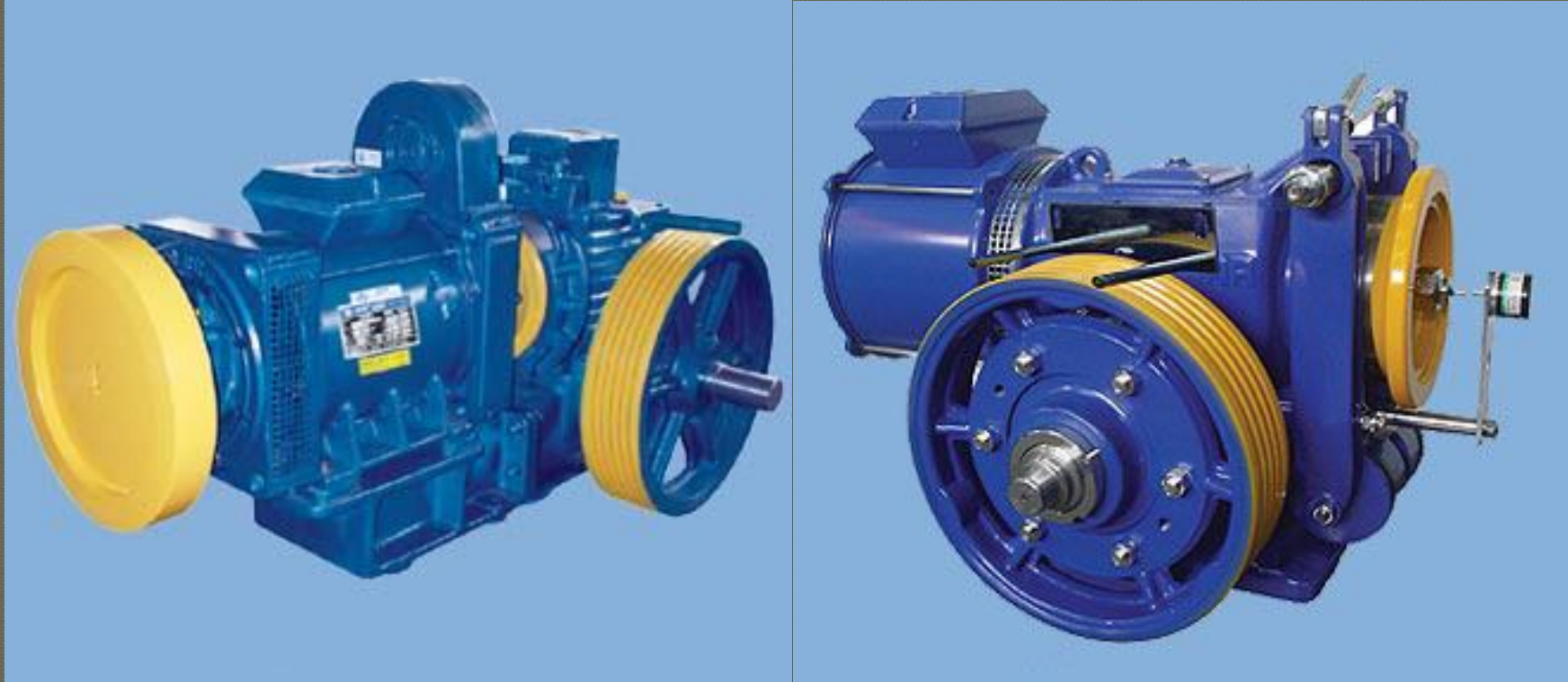
- Asansör sistemleri modern yaşamın vazgeçilmez unsurlarından biridir.
- Hareket kolaylığı sağlayan , engelleri kaldıran bir araç.
- Hassas ve yoğun kullanılan bir elektromekanik bir sistem.
- Standart ve yönetmelikler açısından önemli bir konu başlığı.
- Güvenlik , süreklilik, çevresel etki, konfor.

- Elektrikle hareketlendirme, elektrik mühendisliğinin en hızlı değişen dallarından biridir.
- Elektrik motorları, sürücü ve denetim teknolojileri son 20 yılda çok önemli bir gelişme göstermiştir.

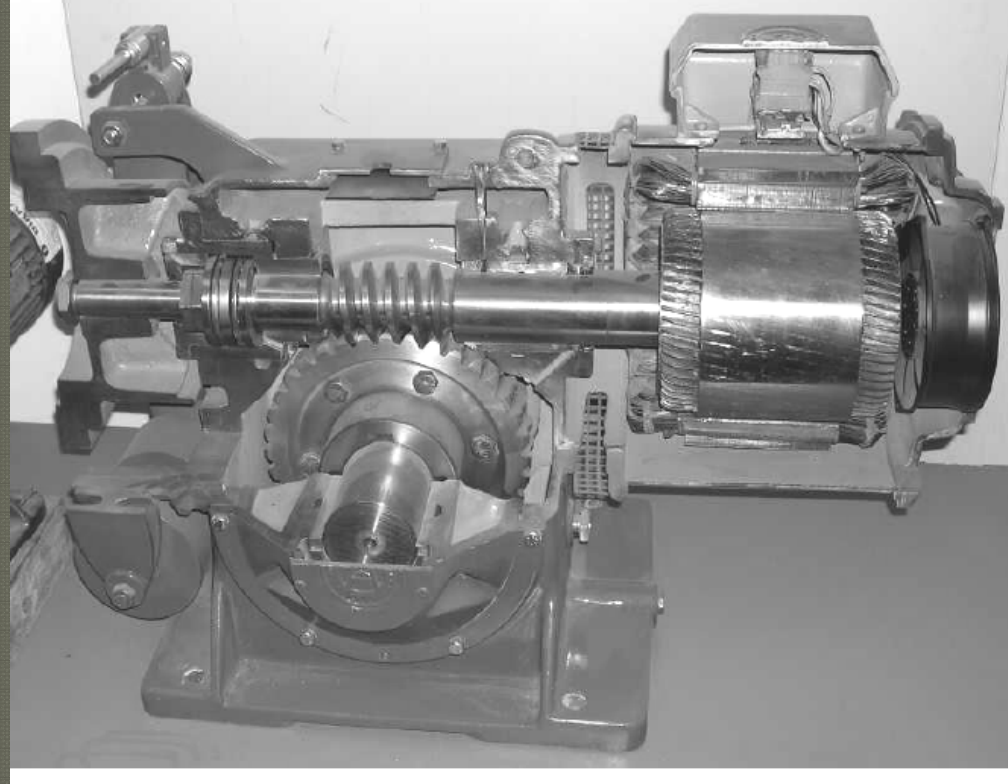
Elektrikle tahrik edilen asansörlerde gelişim..

- Tek hızlı asenkron motor, vidalı redüktör;
- Çift hızlı asenkron motor, vidalı redüktör;
- Değişken gerilim denetimli asenkron motor, vidalı redüktör;
- Değişken gerilim ve frekans denetimli asenkron motor ve vidalı redüktör;
- Mıknatıs uyarmalı senkron motor, redüktörsüz tahrik.
- Doğrusal motor, magnetik askı ?

- Vidalı redüktör yüksek düşürme oranı ile genellikle 4 veya 6 kutuplu olan asenkron motorla tahrik kasnağı arasında hız ve döndürme momenti uyumunu sağlar.
- Düşük verim, yağ kullanımı, titreşim, ses, bakım gereksinimi redüktörün en önemli sakıncalarıdır.



Asenkron motor ve redüktörlü gelenksel asansör makineleri



Redüktörlü asansör motoru ,
Dişli verimi %50...70, Asenkron Motor verimi %80
Toplam verim $\%50..70 \cdot \%80 = \%45 ..\%56$

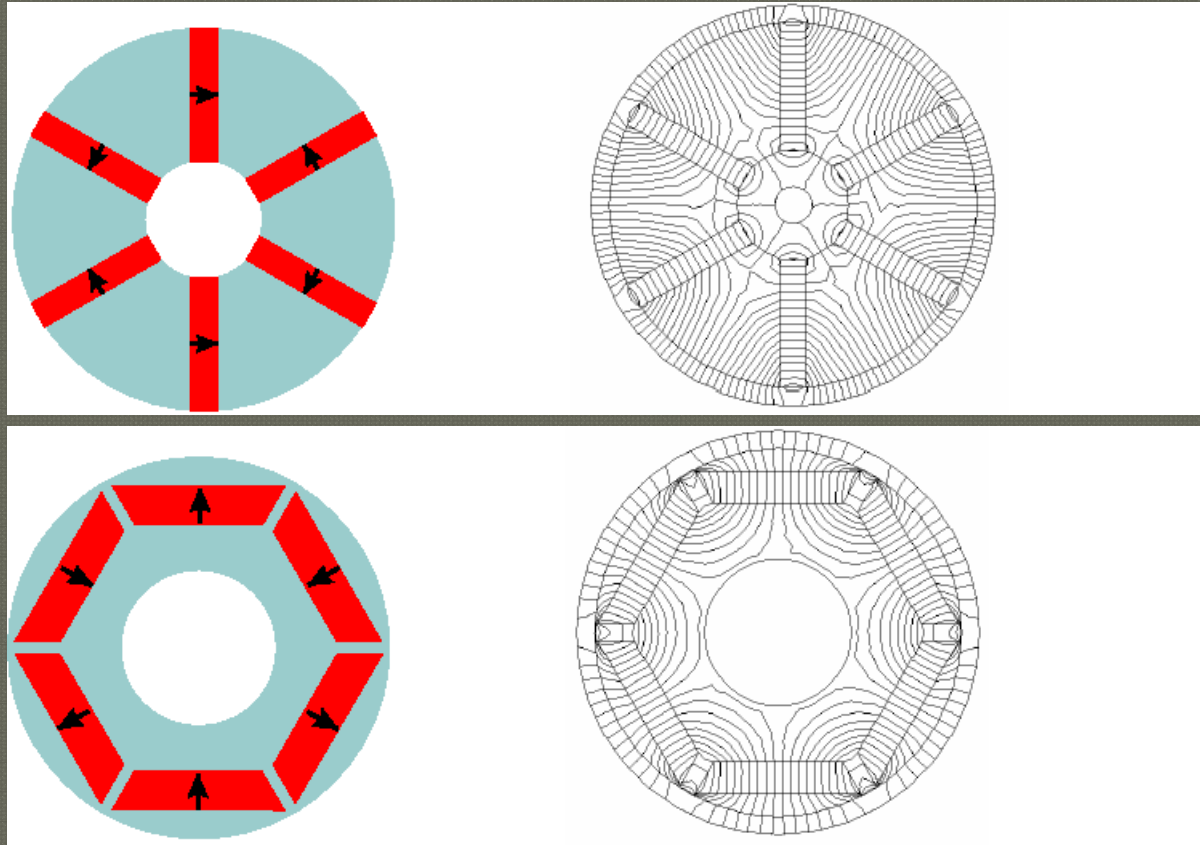
EMO Ankara Şb. Asansör Çalıştayı

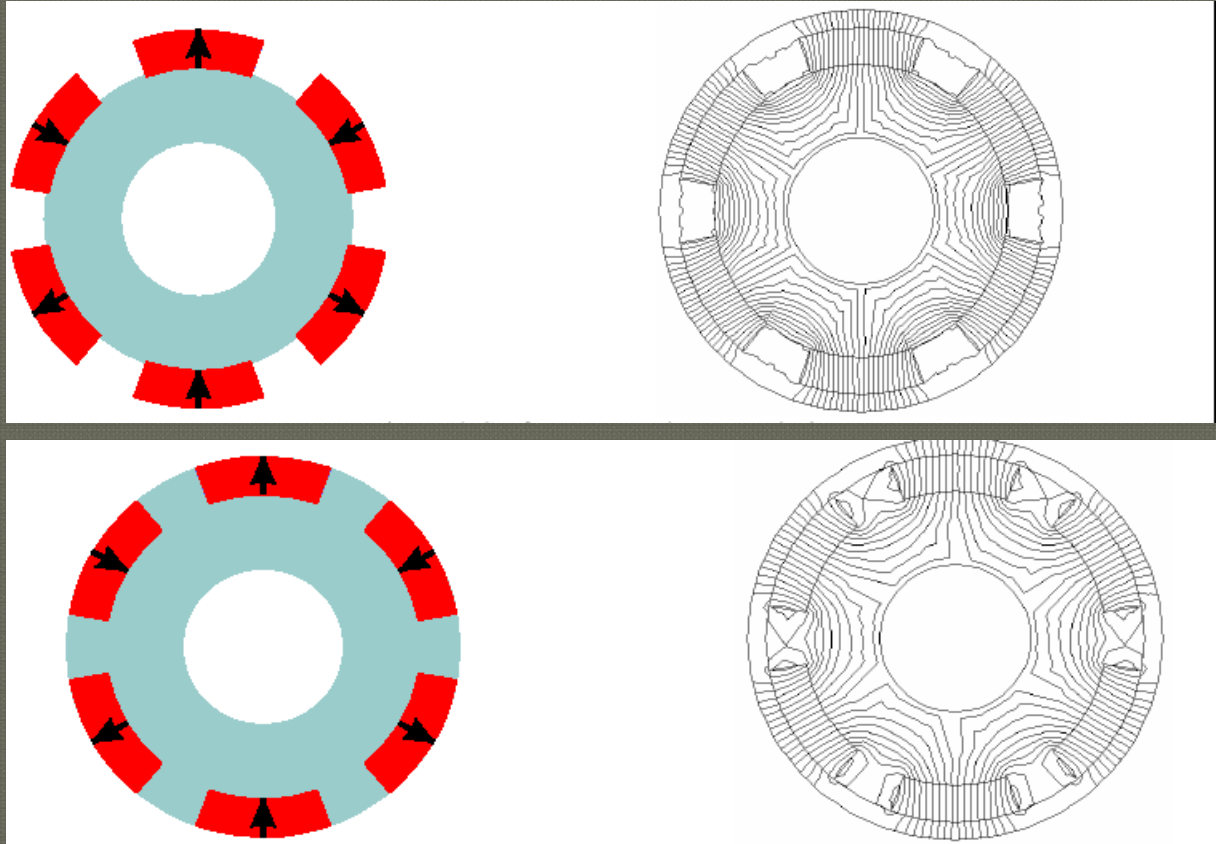
- İverter teknolojilerindeki gelişmeler konfor, süreklilik, güvenilirlik açısından önemli aşamalar sağlasa da, redüktör kullanımı asenkron motorlu sistemlerin en önemli dezavantajı olmuştur.
- Redüktörün bir diğer sakıncası da frenleme enerjisinin geri kazanımını önemli ölçüde engellemesidir.

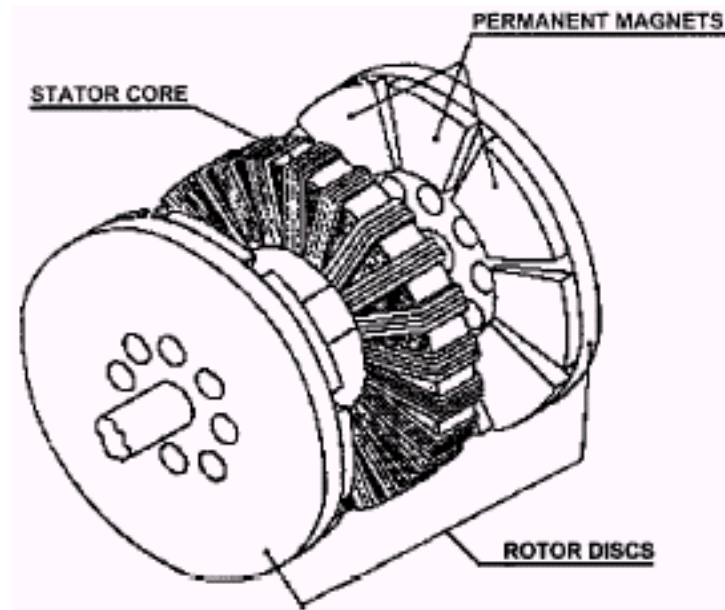
Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor Teknolojisi

- Asenkron motordan farklı olarak rotorda sargı veya kısa devre çubukları bulunmaz.
- Yüksek kutup sayısı, rotora yerleştirilmiş yüksek enerjili NdFeB kalıcı mıknatıslar tarafından oluşturulur.

- Temel olarak mıknatısların rotor yüzeyine yerleştirildiği ve radyal doğrultuda gömüldüğü iki tasarım söz konusudur. Ayrıca, eksenel doğrultuda akı ile çalışan ve disk tipi mıknatıslı makinalara ve dış rotorlu makinalara da rastlanmaktadır.







(a)

- Mıknatıs uyarmalı senkron motorlar, düşük devirli, yüksek döndürme momenti üretebilen şekilde tasarlandığında, redüktör kullanma zorunluluğu kalmaz. Tahrik kasnağı doğrudan motor şaftına bağlanabilir.
- Direct drive- Doğrudan tahrik veya dişlisiz (Gearless) sistemleri çekirdeğini oluşturan teknoloji budur.



EMO Ankara Şb. Asansör Çalıştay1

Redüktörün kaldırılması,

- Daha yüksek sistem verimi;
- Daha az bakım;
- Yağ değişim ve atık yağ sorunlarının;
ortadan kalması;
- Enerjinin geri kazanımının
etkinleştirilmesi;

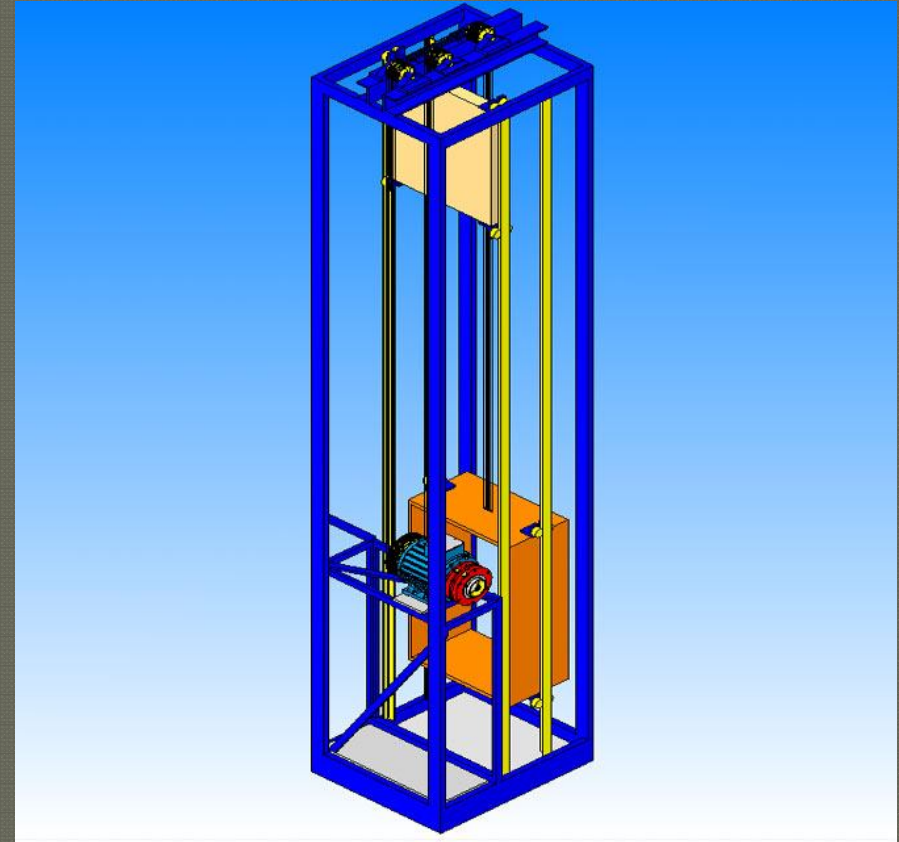
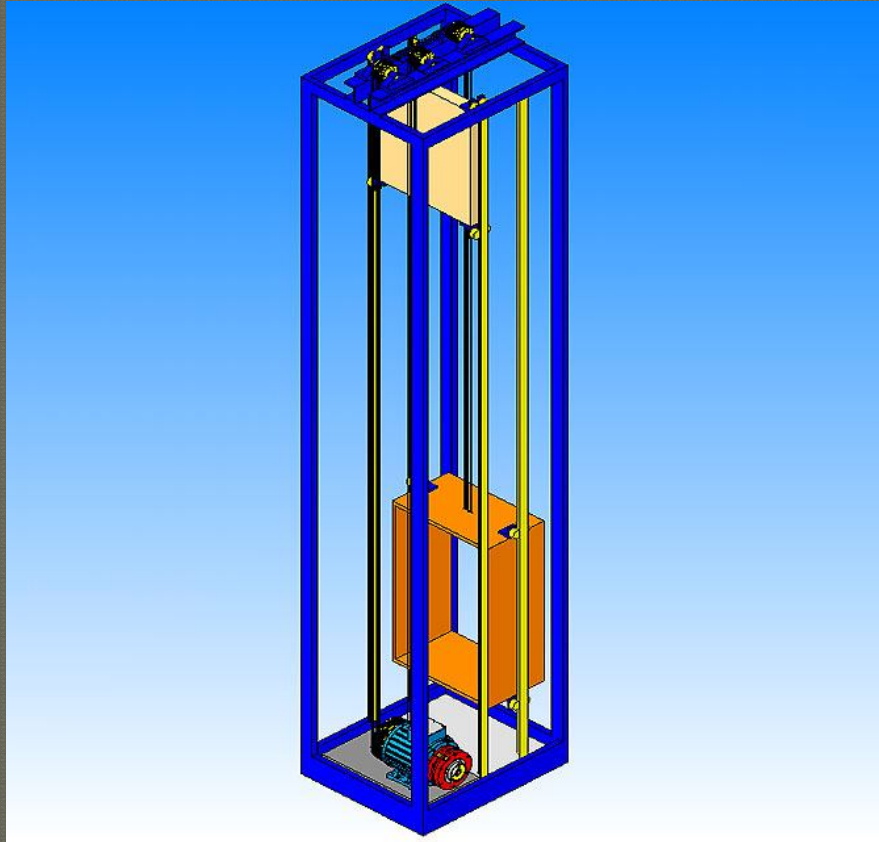
gibi birçok önemli üstünlük sağlamıştır.

Not: Sanayide enerji verimliliği ile ilgili dokümanlarda, dişlisiz sistemler ve faydalı frenleme ile ilgili yeterli duyarlık gözlenememiştir. Ağırlıkla, yüksek verimli asenkron motorların ve hız kontrol cihazlarının kullanımı vurgulanmıştır.

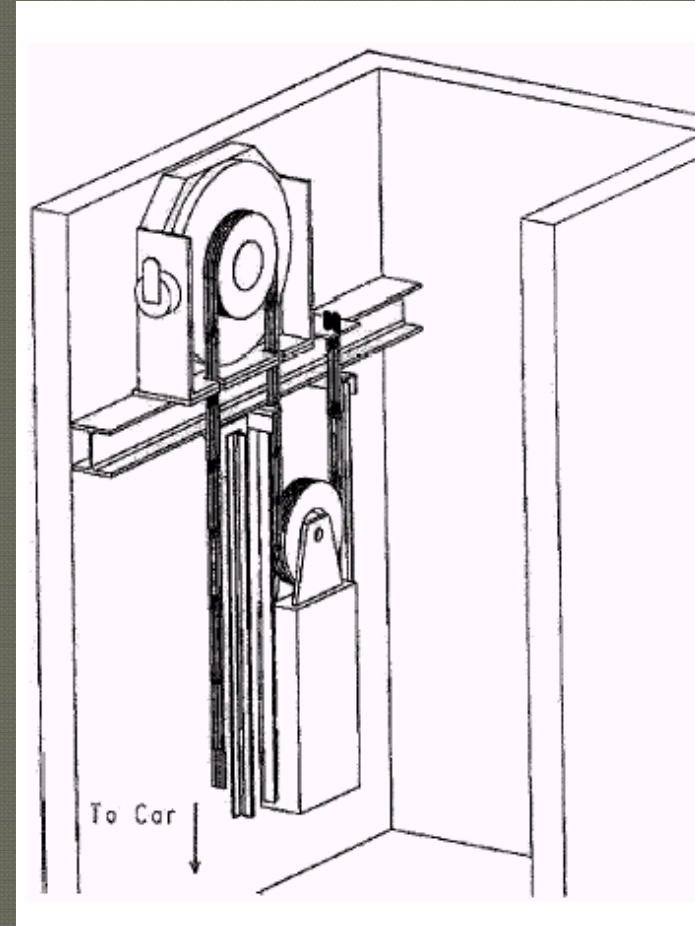
- Dişlisiz sistemlerde son yıllarda gözlenen en önemli teknolojik gelişmelerden biri, frenleme enerjisinin geri kazanıldığı sürücülerin giderek yaygınlaşmasıdır. Geri kazanılan enerji şebekeyle verilmekte veya yüksek kapasiteli kondanstörlerde biriktirilmektedir.
- Artan talep ve gelişen teknoloji ile bu özelliğin daha sık kullanılacağı öngörülebilir.

- Asansör sistemlerinde kullanılan mıknatıs uyarmalı senkron motorlar, asansörler için geliştirilmiş yazılımla çalışan vektör denetimli sürücüler ile kapalı çevrim hız-konum denetimi altında çalışırlar.
- Geri besleme yüksek duyarlıklı mutlak/artımsal kodlayıcı ile sağlanır.
- Duruş ve kalkışlar yumuşatıldığından halat ve kasnak aşınması en aza indirilir.
- İyi tasarlanmış bir sistemde mükemmel bir konfor elde edilebilir.

- Makina - motorun kompakt bir yapıya kavuşması, tahrik sisteminin makina dairesi olmaksızın, kuyu içine (duvara,dibe veya tavana) yerleştirilmesine olanak sağlar.
- Makina dairesiz (Machine Room Less) sistemler bu şekilde tasarlanmaktadır.

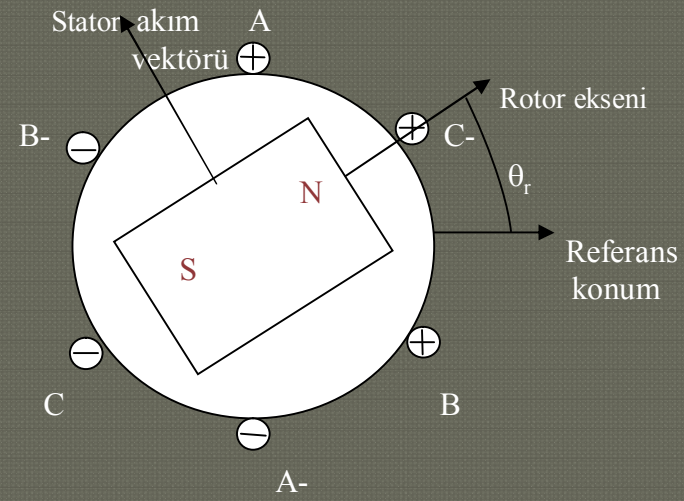


EMO Ankara Şb. Asansör Çalıştay1

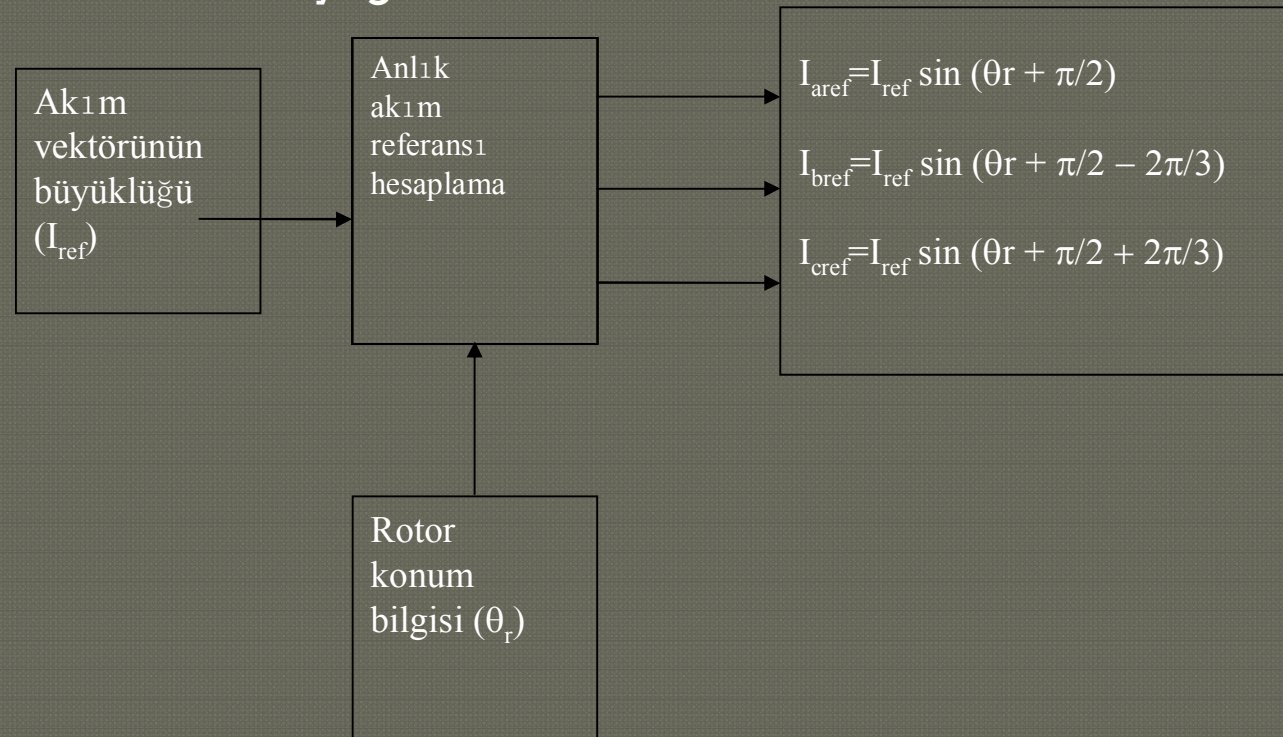


EMO Ankara Şb. Asansör Çalıştay1

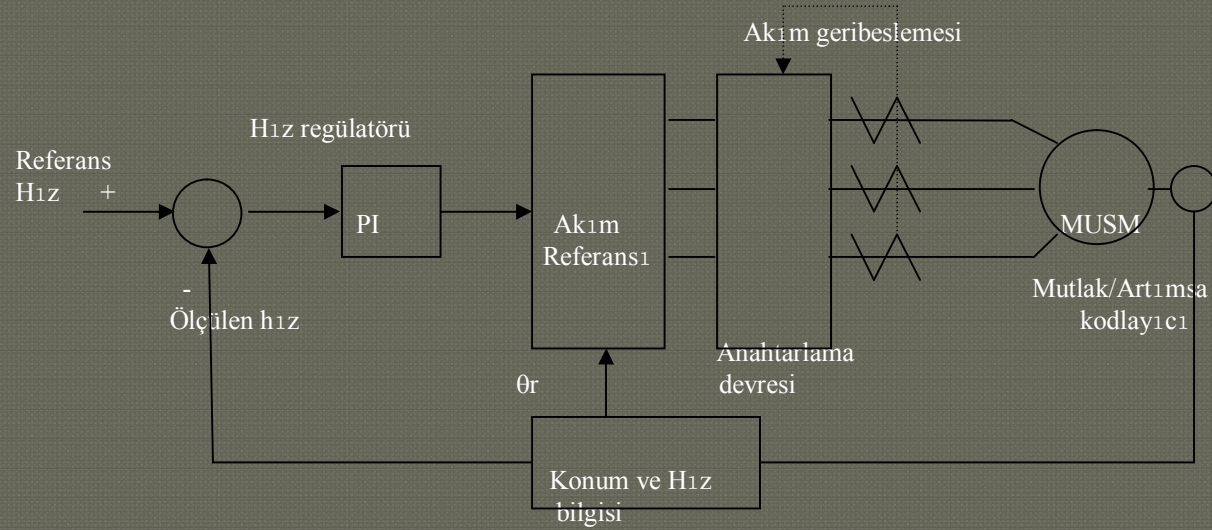
- Etkin bir moment ve hız denetimi için stator akım vektörü her t anında, rotor konumuna bağlı olarak (mıknatısların oluşturduğu rotor magnetik eksenine ile aralarında 90° lik bir elektriksel açı olacak şekilde) konumlandırılır. Stator akım vektörünün konumu ve büyüklüğü her bir faz sargısından geçen anlık akımların değerine bağlıdır.
- Akım vektörünün büyüklüğü, gereksinim duyulan döndürme (frenleme) momentine göre hız regülatörü tarafından ayarlanır.
- Bu işlem için, akım denetimli bir inverter ve rotor konum algılayıcısına (enkoder) gereksinim duyulur. MUSM'larda kullanılan konum algılayıcıların mutlak kodlayıcı ve artımsal kodlayıcı özelliği vardır. Mutlak kodlayıcı ilk enerjilenme anında bir kez rotorun konumunu algılar. Bu aşamadan sonra artımsal kanaldan okunan bilgi ile rotorun konum bilgisi her örnekleme anında güncellenir. Artımsal kanallar 1024 veya 2048 darbe /tur çözünürlüğünde ve daha önemlisi analog sinus – cosinus formundadır. Bu şekilde iki darbe arasında da konum ölçme işlemi çok hassas olarak yapılabilir.
- Stator akım vektörünün anlık denetimi genellikle “Uzay Vektör Modülasyonu” yöntemi ile gerçekleştirilir.

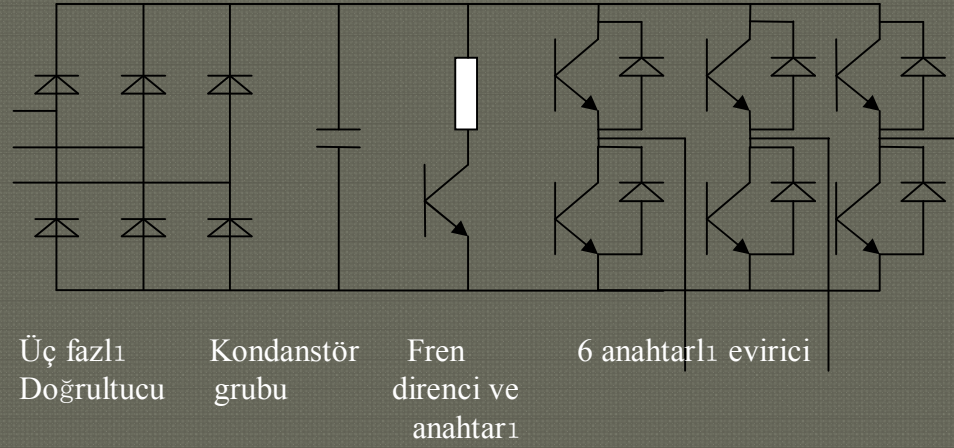


■ Akım denetim blok diyagramı



● Kapalı çevrim hız denetimi

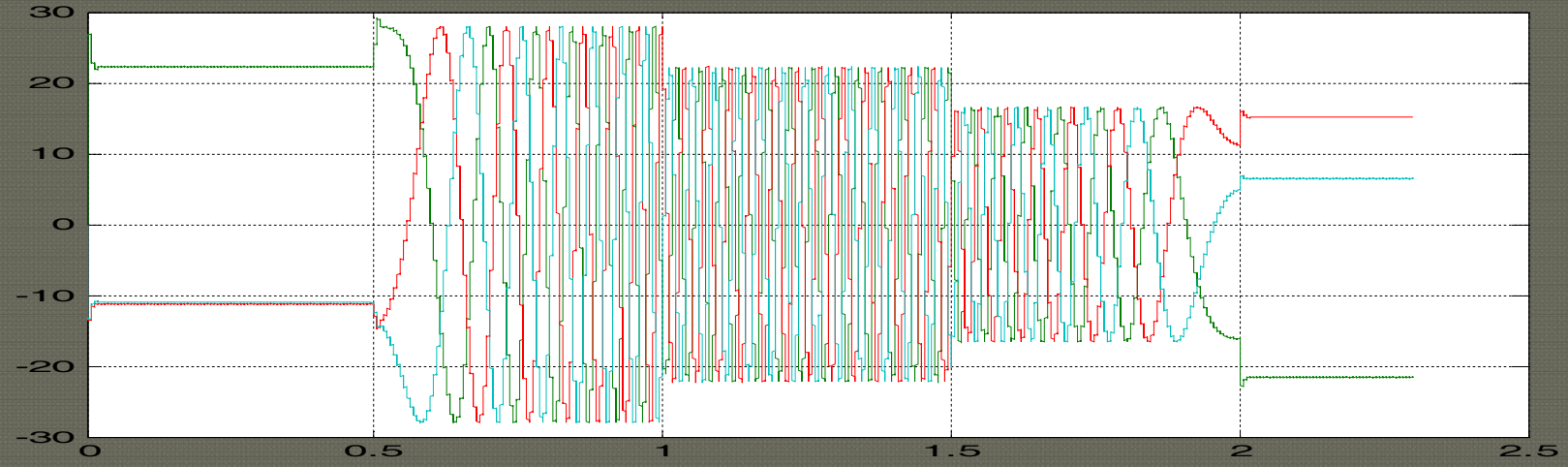




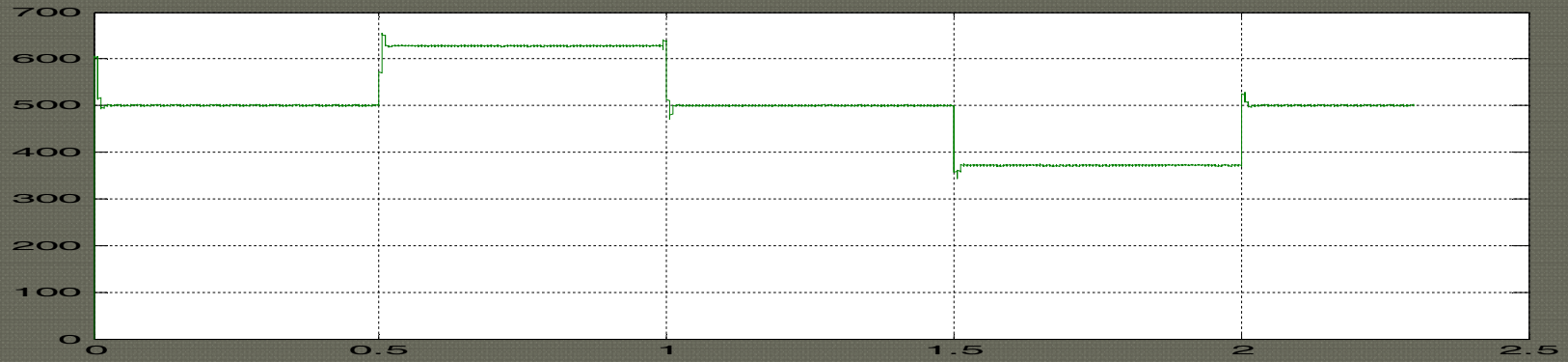
- Kapalı çevrim hız denetimi altında çalışan bir MUSM sisteminin çalışmasının daha iyi açıklanabilmesi için basitleştirilmiş bir sistemin matematiksel modellenmesi ve benzetimi yapılmıştır. Bu incelemede asansör sisteminin dinamiği ihmal edilerek sistemin motor miline uygulanmış sabit bir yük ve eylemsizlik momenti ile çalıştığı öngörülmüştür.
- Benzetimde, $t=0$ anında 0 rad/s ile başlayan, $t=0.1$ s-0.15 s aralığında 16 rad/s'ye yükselen, 0.15s - 0.65s aralığında 16 rad/s değerinde sabit tutulan, 0.65 - 0.7 s aralığında tekrar 0 rad/s 'ye düşürülen ve 0.7s- 0.8s aralığında bu değerinde tutulan bir hız referansı kullanılmıştır. Bu çalışma şekli bir asansör sistemindeki frenin açılmasını izleyen kilitleme, hızlanma, sabit hızla çalışma, yavaşlama ve duruş evrelerinden oluşan tipik bir işletmedir.

- İlk benzetimde, hareket yönünün aksine etki eden sabit ve değeri 500 Nm olan bir yük momenti motor miline uygulanmıştır. $t=0$ anında frenin açılması ile motor miline uygulanan bu yük momenti hızın negatif değerler almasına neden olmuşsa da hız regülatörü üç faz akımlarını uygun değerlere getirerek rotorun kilitlenmesini sağlamıştır.
- Bu aşamada motorun, $I_a=18$ A, $I_b=I_c=-9$ A akım değerlerine ulaştığında, ürettiği döndürme momentinin de 500 Nm değere ulaştığı ve yükü dengelediği gözlenmektedir. Hızlanma evresinde referans hızı takip edebilmek için motor akımlarını daha da arttırdığı ve ürettiği döndürme momentini 630 Nm civarına yükselttiği görülmektedir.
- Bu arada rotor dönmeye başladığından stator akımları da sinüs formunu izlemeye başlamıştır. Hızlanmanın sona ermesi ile birlikte sürekli rejimde motor akımlarının sinüs formuna oturduğu ve rotor hızı sabit kaldığından frekanslarının değişmediği görülmektedir.

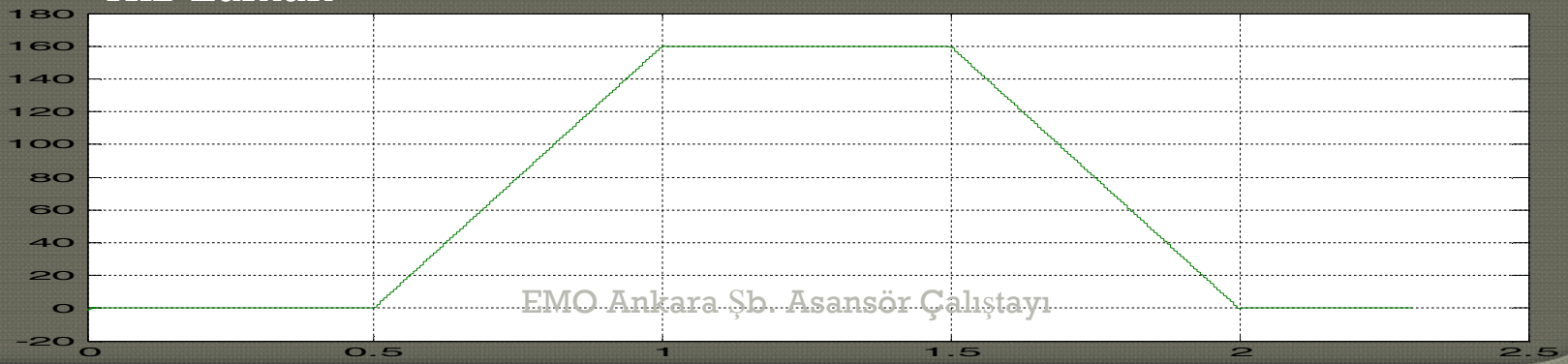
Akım-Zaman



Tork-Zaman



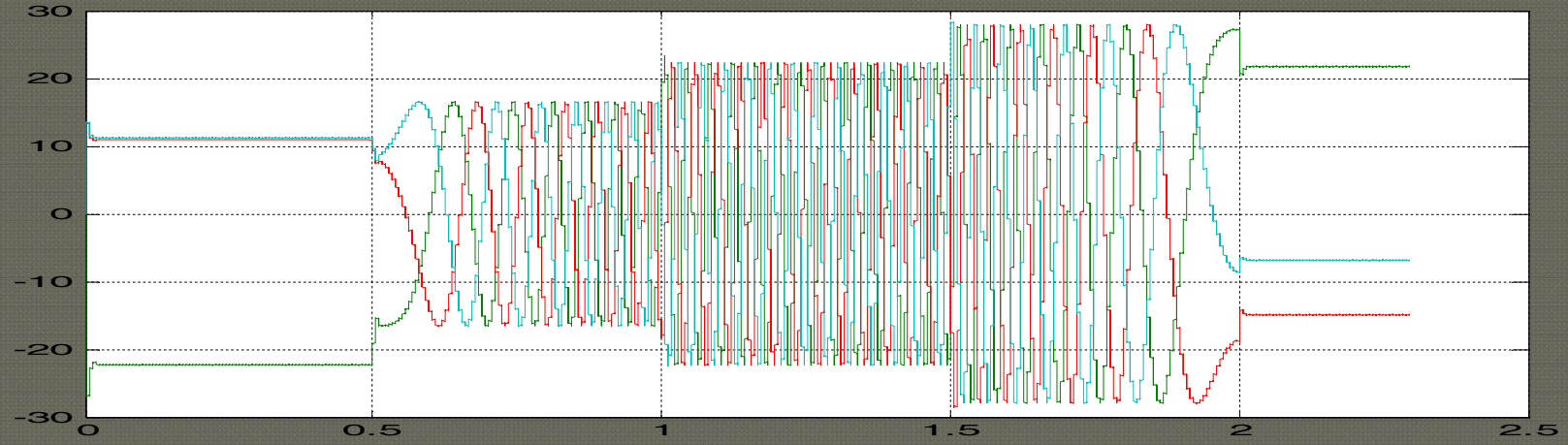
Hız-Zaman



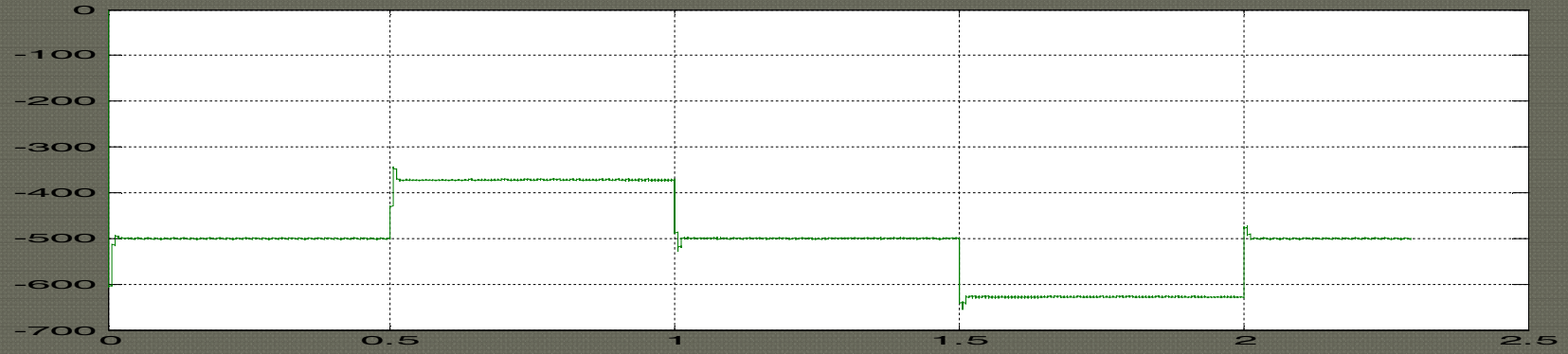
EMO Ankara Şb. Asansör Çalıştayı

- İkinci benzetimde aynı hız referansı için -500 Nm'lik bir yük momenti ile çalışma durumu modellenmiştir. Negatif yük momenti motoru seyir yönünde hızlandıran bir etki göstermektedir.
- Bu nedenle $t=0$ anından hemen sonra motor hızlanma eğilimi göstermiş, buna karşın hız regülatörü akımları uygun değerlere getirerek motorun kilitlenmesini sağlamıştır. Stator akımları birinci benzetim değerleri ile karşılaştırıldığında, faz akımlarının yönlerinin birinci durumdaki yönlerin zıttı olduğu gözlenebilir. Bu durumda motor 500 Nm'lik bir fren etkisi göstermektedir. Hızlanma, sabit hızla çalışma, yavaşlama ve durma evrelerinde beklenildiği gibi birinci benzetime göre farklılıklar söz konusudur. Örneğin hızlanma için motor momenti azaltılmış, yavaşlama için arttırılmıştır. Benzeri bir durum akımlar içinde söz konusudur.

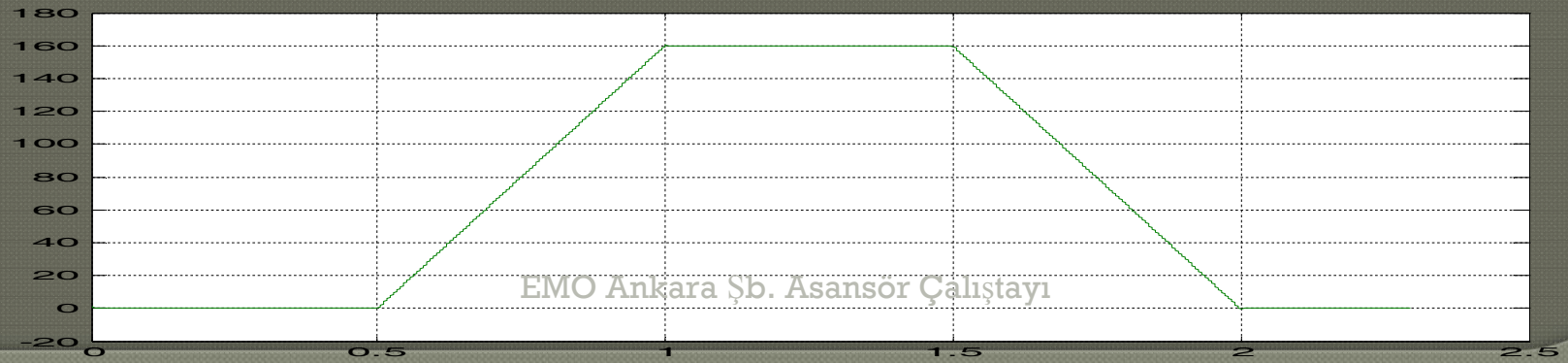
Akım-Zaman



Tork-Zaman



Hız-Zaman



- MUSM'larda belirli bir gövde büyüklüğü ve işletme şekli (duty type) için sıcaklık artışı sınırı ile elde edilebilecek döndürme momenti belirlidir.
- Aynı gövde büyüklüğü ve eksenel uzunluk için, işletme hızına bağlı olarak farklı güçlerde motorlar tasarlanabilir. Döndürme momentinin sabit olmasına karşılık, işletme akımları ve hız ve de motor gücü değişecektir. Tasarım açısından bu durum asenkron motorlu sistemlerden tamamen farklıdır.
- Eğer uygun tasarım kriterleri kullanılırsa, bir gövde büyüklüğü için tasarlanan farklı güçlerdeki motorlarda kayıplar (stator bakır kayıpları) yaklaşık olarak sabit tutulabilir.

Sadece stator bakır kayıpları düşünüldüğünde bir MUSM için verim ifadesi,

$$\eta_{\text{motor}} = M_n \omega_n / (3 I_n^2 R_s + M_n \omega_n)$$

ile verilebilir.

- Doğal olarak sabit bir M_n ve bakır kayıpları $(3 I_n^2 R_s)$ için en yüksek güçlü (en hızlı dönen) motor o gövde büyüklüğündeki en verimli motor olacaktır. Düşük devirli motorlarda verim %60'a kadar düşebilir, yüksek hızlarda ise %93'e kadar yükselebilir

- Bu nedenle 2:1 , 4:1 palangalı sistem ve en düşük kasnak çapı kullanmak, motor boyutu ve verimi açısından en uygun yaklaşımdır.
- Mıknatıs uyarmalı senkron motorların sargıları anma hızına göre tasarlanmalıdır. Anma hızının üzerinde çalışmaya zorlanan motorlarda denetim kaybı, moment dalgalanmaları gözlenebilir.
- Anma hızının altında çalışmada ise motor akımı en uygun değerin üzerinde olacaktır.

Mıknatıs Uyarmalı Senkron Motor teknolojisi 2005'ten beri ülkemizde mevcuttur.

Daha fazla sayıda firmanın bu teknolojiye sahip olması rekabet ve kaliteyi arttıracaktır.

Uygulama sayılarının artması, montaj firmalarının deneyim kazanmasına ve daha nitelikli asansörlerin tasarımına olanak sağlamaktadır.

Devreye alma, bakım ve onarımlarla ilgili eğitimlerin artarak devam etmesi son derece önemlidir.

ASANSÖR SİSTEMLERİNDE ENERJİ TÜKETİMİNİN ÖLÇÜMÜ VE VERİMLİLİĞİN ETİKETLENMESİ

- Bu çalışmada, asansör sistemlerinde enerji tüketimlerinin ölçümü ve verimliliğin etiketlenmesine ilişkin temel yöntemler ISO 25745 taslak metni ve VDI 4707 kılavuzu baz alınarak tanıtılmıştır
- Çalışmanın amacı son derece güncel olan bu konunun tüm ilgilere kısaca ve objektif olarak tanıtılmasıdır

- VDI 4707, Federal Almanya Mühendisler Birliği'nin asansörlerin enerji verimliliğine ilişkin olarak hazırlamış olduğu ve asansörlerin enerji tüketimlerinin standart bir kritere göre değerlendirilmesi ve sınıflandırılması amacıyla hazırlanmış bir kılavuz niteliğindedir .
- Kılavuzun ortaya çıkmasında Avrupa Birliğinin Binalarda Enerji Verimliliği kapsamlı 16/12/2002 tarih ve 2002/91/EC direktifi önemli bir rol oynamıştır
- Asansör endüstrisinin gönüllü olarak ortaya koyduğu ve halihazırda AB ülkelerinde asansör sistemleri için etiketlemeye esas oluşturan yöntem ve değerlendirmeler, yakın bir gelecekte binalarda enerji performansı ve verimliliği ile ilgili olarak yapılacak olan daha kısıtlayıcı kriter ve zorunlu düzenlemeler için bir zemin oluşturacağı öngörülmektedir.
- Ülkemizde de 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve Binalarda Enerji Kimlik Belgesi düzenlenmesi konusundaki mevzuat, benzeri bir çalışmanın yakın gelecekte Türkiye için de gerekebileceğini düşündürmektedir

- Bu kılavuz, esas olarak yeni kurulacak insan ve yük asansörlerinin enerji verimliliği sınıflandırılmasına yönelik olarak planlanmış olmasına karşın, mevcut asansörlerin enerji verimliliğinin belirlenmesi, üreticiler tarafından verilen enerji tüketim değerlerinin objektif olarak sınanması ve enerji tüketim tahminlerinin öngörülmesi için de kullanılabilecektir.
- Bu şekilde, müteahhit, mimar, planlamacı ve montaj firmalarının binaya ilişkin enerji verimliliği değerlendirmesinde, asansörlere ilişkin gerçekçi bir öngörü yapılması ve farklı ve enerji verimliliği açısından daha avantajlı sistemlerin tercih edilmesi mümkün olacaktır.
- Kılavuzda öngörülen yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar ile belirlenen “asansör sisteminin enerji verimliliği sınıfı” bir belgelemeyle de tescil edilebilecek ve bina enerji etiketlemesinin bir alt bileşenini oluşturabilecektir.

- Buradaki en önemli husus bu etiketlemenin ancak belirli bir tesisat için ve yapılacak ölçüm ve hesaplamalar sonucunda bir onaylanmış kuruluş tarafından tescil edilebilecek olmasıdır.

TANIM, ÖLÇÜM ve HESAPLAMALAR

- **Asansörlerde enerji tüketimi**

Bekleme Tüketimi

Seyir Tüketimi

olarak adlandırılan iki bileşen ile tanımlanabilir.

- Bekleme Tüketimi, bir asansörün hizmete hazır bekleme durumunda iken tükettiği enerji olarak tanımlanır. Bu tüketime örneğin kuyu ve makine dairesi aydınlatması, havalandırılması gibi asansörün kendi devre, düzenek ve sistemleri dışındaki tüketimler dahil değildir.
- Seyir Tüketimi, asansör sisteminin belirli bir yük altında belirli bir çevrim çalışması sonucunda tüketilen enerji olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki çalışma sonucunda ölçülen enerji değerinden (ek bir hesaplama ile) bir asansör sisteminde birim ağırlığın, birim mesafeye taşınması için gereken “Özgül Seyir Enerji Tüketimi” $mWh / kg.m$ olarak belirlenmiş olur. Bu değer farklı asansörlerin karşılaştırılması için somut bir kriter oluşturacaktır.

Enerji Tüketim Sınıfı ve Etiketleme

Kılavuzda, Bekleme ve Özgöl Seyir Enerji Tüketimi değerlerinin herbirine göre A'dan G'ye kadar yedi kademe enerji tüketimi ve verimlilik sınıfları tanımlanmıştır. Her iki tüketim, daha sonra sistemin kullanım kategorisine göre yine yedi kademedен oluşan genel enerji tüketimi ve enerji verimliliği sınıfının belirlenmesine esas oluşturacaktır. Aşıldığı üzere A sınıfı en az enerji tüketen, dolayısı ile de en yüksek enerji verimliliğine sahip sistem olarak tanımlanmıştır. Bu şekildeki bir etiketlemede “Özgöl Seyir Tüketimi “ A sınıfı olan bir asansörün “Bekleme Tüketimi” yüksek olduğunda, A'dan daha düşük bir sınıfa düşmesi mümkün olmaktadır. Bu da kabin aydınlatması, yardımcı sistemlerin tüketimleri, pano elektroniği ve hız denetim cihazının bekleme durumundaki tüketimlerini en az seyir tüketimi kadar önemli hale getirmiştir.

● **Kullanım Kategorileri**

Bir asansör sisteminin enerji tüketiminin tam olarak sınıflandırılabilmesi için asansörün kullanım sıklığı veya kullanım kategorisinin tanımlı olması gereklidir. Bu kategorilerin belirlenmesinde günlük ortalama seyir ve bekleme süreleri esas alınmıştır. Bu kategorizasyon bir anlamda Seyir ve Bekleme sürelerinin ağırlığını tanımlamaktadır.

Tablo 1. Kullanım kategorileri ve Seyir-Bekleme süreleri

Kullanım Kategorisi	1	2	3	4	5
Kullanım Oranı	Çok az	Az	Orta	Yoğun	Çok Yoğun
Günlük Seyir Süresi* (Saat)	0.2	0,5	2.5	3	6
Günlük Bekleme Süresi (Saat)	23.8	23.5	22.5	21	18
Örnek Binalar	Mesken (6 veya daha az daire) Küçük Ofisler	Mesken (20 daire) Küçük oteller 2-5 Katlı Ofisler Küçük işletmelerin Yük Asansörleri	Mesken (50 daire) Orta Büyüklükte Oteller 10 Katlı Ofisler Orta Büyüklükteki İşletmelerin Yük Asansörleri	Mesken (>50 daire) Büyük Oteller 10 Kat üzeri Ofisler Büyük İşletmelerin Yük Asansörleri	100 m üzeri binalar Çok büyük Oteller Çok büyük İşletmelerin Yük Asansörleri

Seyir Tüketiminin Ölçülmesi

- Seyir tüketimi asansörler için öngörülen yük oran dağılımına uygun referans seyirlerde tüketilen enerjilerin ölçümlerinden faydalanılarak belirlenir. Yük oran dağılımı bir asansörün normal çalışma durumunda hangi yük oranlarında yüklendiğini gösteren istatistik bir veridir. Tablo 2.'de kılavuzda öngörülen yük oran dağılımları gösterilmiştir. Bunların dışındaki bir çalışma durumu beyan edilmek ve belgelenmek şartıyla kullanılabilir.

Referans seyir aşağıdaki seyir aşamalarından oluşmuştur.

- -Kapıların açılması
- -Kapıların kapanması
- -Kuyu boyunca aşağı veya yukarı seyir
- -Kapıların açılıp-kapatılması
- -Kuyu boyunca aşağı veya yukarı seyir
- -Kapıların açılması

Tablo 2. Yük oran dağılımları

% Yük	%alıřma
0	50
25	30
50	10
75	10
100	0

- Referans seyirleri bu dağılıma uydurmak için örneğin 10 referans seyir için 5 “0” yükte , 3 %25 yükle, 1'er de %50 ve %75 yükte ölçüm yapılması gereklidir. Bu şekildeki yükleme yerine tüm çalışmaların boş kabinle yapıp sonuçların uygun bir katsayı ile düzeltilmesi de mümkündür. Buna göre karşıt ağırlık oranı %40..%50 arasında olan sistemlerde sonuçların 0.7 ile çarpılması, karşıt ağırlığı bulunmayan veya %30'dan daha düşük dengeleme olan sistemler için sonuçların 1.2 ile çarpılması gereklidir

Seyir tüketimlerinin ölçülmesi için öngörülen bağlantı noktaları şeklindeki diyagram üzerinde gösterilmiştir. Kılavuz, ISO 25745'te de öngörülen ölçme aletlerinin özelliklerini ve ölçümde dikkat edilmesi gereken temel konuları da tanımlamaktadır.

ASANSÖR KOLON HATTI

ESAS BESLEME (P1)*

Makine Motor
Frenler
Pano-Denetim
Kapılar

YARDIMCI BESLEME (P2)*

Kabin aydınlatması
Kabin üstü prizi
Kabin havalandırma
Alarm sistemi
Acil kurtarma güç sistemi

DiĞER BESLEME

Kuyu aydınlatması
Kuyu içi ve makine dairesi prizleri
Makine dairesi aydınlatması
Makine dairesi havalandırma ve klima

(P1)* ve (P2)* seyir ve bekleme durumu için ayrı ayrı ölçülecektir.

Ölçüm noktaları.

- **Hesaplamalar ve Etiketleme**

- Yapılan ölçmeler sonucunda, Seyir ve Bekleme tüketimleri belirlenen bir asansör sisteminde enerji etiketlemesine esas oluşturacak tüketim aşağıdaki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$E_{\text{ÖT}} = E_{\text{ÖST}} + \frac{P_B \cdot t_B \cdot 1000}{Q \cdot v \cdot t_s \cdot 3600}$$

$E_{\text{ÖT}}$: Özgül tüketim (mWh / kg.m),

$E_{\text{ÖST}}$: Özgül seyir tüketimi (mWh / kg.m),

P_B : Bekleme durumundaki güç tüketimi (W),

Q :Anma Yük (kg),

v : Anma Hız (m/s),

t_B :Bekleme süresi (h),

t_s :Seyir süresi (h)'dir.

Tablo 3. Bekleme ve Seyir tüketimleri için enerji sınıfları.

SINIF	A	B	C	D	E	F	G
P_B (W)	≤ 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	≤ 800	≤ 1600	> 1600
$E_{\text{ÖST}}$ (mWh /kg.m)	≤ 0.56	≤ 0.84	≤ 1.26	≤ 1.89	≤ 2.80	≤ 4.20	> 4.20

- Bekleme ve seyir süreleri kullanım kategorilerine göre değişeceğinden (1) bağıntısı, Tablo 1. ve 3. yardımı ile kullanım kategorileri, Bekleme ve Seyir tüketimlerine göre her kullanım kategorisindeki asansörlerin A'dan G'ye enerji verimliliği hesaplamalarına esas oluşturan bağıntılar elde edilebilir. Örneğin, 1 ile gösterilen kullanım kategorisi için $t_S=0.2$ h, $t_B=23.8$ h değerleri ve A sınıfı PB ve EÖT değerlerine sahip bir asansörde, A sınıfının 1. Kullanım kategorisi için sınırını tanımlayan bağıntı;

$$E_{\text{ÖT}_A_1} = 0.56 + \frac{50 \cdot (23.2) \cdot 1000}{Q \cdot v \cdot (0.8) \cdot 3600}$$

A sınıfı 1. kategori Q=1000kg, v=1 m/s için örnek hesap:

$$E_{\text{ÖT}_A_1_{1000}_1} = 0.56 + \frac{50 \cdot (23.2) \cdot 1000}{(1000) \cdot (1) \cdot (0.8) \cdot 3600} = 2.21 \text{ mWh/kg.m}$$

Enerji Verililiği Sınıfı	Özgül Enerji Tüketimi (mWh/(kg m))				
	Kullanım Kategorisi				
	1	2	3	4	5
A	≤2.21	≤1.21	≤0.77	≤0.66	≤0.60
B	≤4.15	≤2.15	≤1.26	≤1.03	≤0.92
C	≤7.87	≤3.87	≤2.09	≤1.65	≤1.43
D	≤15.11	≤7.11	≤3.56	≤2.67	≤2.22
E	≤29.24	≤13.24	≤6.13	≤4.36	≤3.47
F	≤57.09	≤25.09	≤10.87	≤7.31	≤5.63
G	>57.09	>25.09	>10.87	>7.31	>5.63

- Yukarıda tanımlanan ölçme ve hesaplama yöntemi ve özgül seyir ve bekleme enerji tüketim değerleri yardımı ile bir asansörün yıllık enerji tüketimleri de tahmin edilebilir.

Özgül seyir tüketim değeri, birim yol ve ağırlık için (1 m , 1 kg) tanımlandığından,günlük seyir zamanı (ts) ve anma hız (v) yardımıyla, günlük seyir mesafesi;

$$S = ts \times v$$

anma yükü (Q) kullanılarak da günlük seyir tüketimi;

$$ESGÜN = EÖST \times S \times Q$$

şeklinde elde edilir.

Günlük bekleme süresi (tb) ve beklemedeki güç tüketimi
yardımıyla beklemedeki
günlük enerji tüketimi;

$$EBGÜN = tB \times PB$$

şeklinde hesaplanır.

Buradan yıllık enerji tüketimi;

$$EYIL = 365 \times (EBGÜN + ESGÜN)$$

olarak bulunur.

- Bu çalışmada asansör sistemlerinin enerji tüketimlerinin ölçülmesi ve enerji sınıflarının belirlenmesinde kullanılan tanım ve yöntem ve bağıntılar verilmiştir.
- Bu şekilde yeni kurulacak sistemlerde enerjinin daha etki kullanımı ve sistemin yüksek verim sınıfına girebilmesi için hangi bileşenlerin tüketimlerinin ne ölçüde düşürülmesi gerektiğinin önceden belirlenmesi mümkün olacaktır.
- Örneğin motor sisteminin tükettiği seyir enerjisi çok düşük olan bir sistemde kabin aydınlatmasının yaratacağı tüketim artışı sistemin genel enerji tüketim sınıfını etkileyecektir.
- Öncelikle makine motor, pano (kontrol elektroniği, hız denetim cihazı v.b.) ve kapı-kabinin seyir ve bekleme enerji tüketimlerinin kullanım kategorileri için belirlenen sınırların altında kalmasının sağlanması, daha sonraki aşamada kusursuz bir montajla kurulan sisteme aktarılması gereklidir.
- Tasarım aşamasında düşük enerji tüketeceği planlanan bir sistem hatalı montaj, yetersiz bakım v.b. gibi nedenlerle umulandan daha fazla enerji tüketebilecektir.

Sabır ve ilginize teşekkürler...

Saygılarımla.

H.T. Duru
tduru@kocaeli.edu.tr