

## POMPALARDA ENERJİ TASARRUFU

Serkan ÖĞÜT

Alarko-Carrier San. ve Tic. A.Ş.

### KISA ÖZET

*Enerji tasarrufunun temelde üç önemli faydası bulunmaktadır.En kısa vadede şahıs veya firmalar için görünen faydası maliyetlerin azaltılması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Özellikle ülkemizin ciddi şekilde ekonomik darboğaz yaşadığı şu günlerde her konuda tasarruf ülke menfaatlerine yaramakta, dışa bağımlılığımızı azaltmaktadır.Ayrıca enerji tasarrufu ile çevreyi koruyarak doğaya daha az zarar vermiş oluruz.Bu incelemede, elektrik enerjisinin yoğun olarak kullanıldığı pompa tahrikinde enerji tasarrufunun nasıl yapılacağı konusu aydınlatılmaya çalışılmaktadır.*

### GİRİŞ

Elektrik enerjisi ulusların ekonomik, toplumsal ve kültürel yaşayışlarının en önemli etkeni , her türlü üretimin temeli ve zamanın en iyi hizmet aracıdır.Modern sanayi ve ekonominin temeli olan elektrik enerjisi günümüzde en fazla kullanılan enerji biçimi ve geleceğin en önemli enerjisidir. Elektrik enerjisinin artan önemi , en iyi biçimde toplam enerji tüketimindeki payının yıllar içindeki değişmesinden görülebilir. Bu pay 1920’de %7 iken 1970’de %25 ve 2000 yılında yaklaşık %50 olmuştur.İsı enerjisi, su enerjisi gibi birincil enerjiler sanayi, aydınlatma, iletişim gibi temel gereksinimlerin karşılanmasında doğrudan kullanılamamasına rağmen elektrik enerjisi bu alanlarda doğrudan kullanılabilir Böyle üstünlüklere sahip olan bu enerji ne yazık ki doğada yok denecek miktarda ve işe yaramaz durumda bulunur.

İnsanlık için yaşamsal öneme haiz olan elektrik enerjisini başlıca şu nedenlerle tasarruflu kullanmak zorundayız.

1-)Elektrik enerjisini elde etmede kullandığımız birincil enerji kaynaklarından kömür,petrol ve doğalgaz giderek tükenmektedir.

2-)Santrallerin yapımı ekolojik dengeyi kötü yönde etkilemektedir.Örneğin elektrik enerjisi santrallerde üretilirken açığa çıkan gazlar ( CO<sub>2</sub> , NO<sub>x</sub> ) sera etkisini artırmakta enerji dönüşümü esnasında örneğin buhar türbinlerinin verimlerinin düşük olmasından dolayı ısı açığa çıkmakta ve bu ısıda nehirleri, denizleri ısıtıp doğanın dengesini bozabilmektedir..

Bu açıklamalar ışığında elektrik enerjisini tasarruflu kullanma zorunluluğunun önemi anlaşılır.Özellikle 1970’li yıllardan sonra tüm dünyada yeni bir tasarruf bilinci ortaya çıkmış ve bu alanda en etkili ve çabuk önlemleri alanlar, her ilerlemede ve yenilikte olduğu gibi gelişmiş ülkeler olmuştur.Elektrik enerjisinin tasarruf edilmesine yönelik çalışmalar, halen bu ülkelerin sanayi kuruluşlarına önemli parasal tasarruf sağlarken, ulusal ekonomiye ve çevre korunmasına da katkıda bulunmaktadır.Örneğin Almanya’da uygulamaya sokulan hız ayarı ile enerji tasarrufu yöntemi ve yüksek verimli motor kullanılması ile enerji tasarruf yöntemi bir elektrik motorunda yaklaşık %40 enerji tasarrufu sağlamak ve bu yöntemler tüm motorların %30’unda kullanılmaktadır. Almanya’nın toplam elektrikli tahrik tüketiminin yaklaşık **133TWh** olduğu kabul edilirse ortaya çıkan bir yıllık elektrik enerjisi tasarrufu

$$133TWh * 0.3 * 0.4 = 15.96TWh ,$$

elektrik enerjisinin Almanya için birim fiyatı **0.15DM** alınırsa

$$15.96TWh * 0.15 DM = 2.4 milyar DM parasal tasarruf sağlanır.$$

Bu tasarruf yöntemleri Türkiye’de uygulandığında ülkemizin bu konuda büyük kazançlar sağlayacağı açıktır.

Günümüzde bir ülkenin ürettiği elektrik enerjisinin yaklaşık %90’ı elektrikli tahriklerde tüketilmektedir ve iyimser bir tahmin ile bu oranın yaklaşık 2/3’ü santrifüj ya da akış sağlayan düzenlerde kullanılmaktadır.Durum bu açıdan değerlendirildiğinde pompa uygulamalarında ciddi bir enerji tasarrufu potansiyeli olduğu görülebilir.

### ENERJİ TASARRUF YÖNTEMLERİ

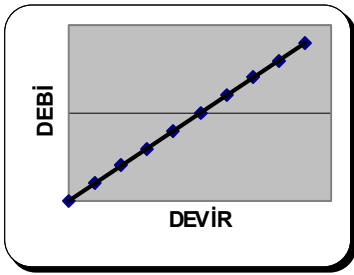
- 1-)Devir hızı ayarı ile enerji tasarrufu,
- 2-)Yüksek verimli motor kullanılması ile enerji tasarrufu,
- 3-)Tepkin güç gereksiniminin azaltılması ile enerji tasarrufu

### Devir hızını ayarlamak suretiyle enerji tasarrufu:

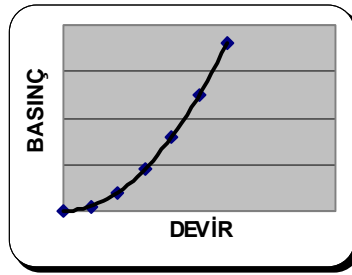
Akış tahrik sistemlerinde çoğu zaman debi ve basınç gibi çıkış büyüklüklerinin değişken olması istenir. Klasik yöntemlerde, bu amaçla akışkanın aktığı kesidi değiştiren veya sınırlayan elemanlardan yararlanır. Akışı kısıtlayan bu elemanlarda gücün bir kısmı sürtünme ile ısıya dönüşür ve sistem verimi düşer. Bu şekilde yapılan akış kontrolünü, araba kullanırken gaz pedalına sonuna kadar basıp hızı fren pedalını kullanarak ayarlamaya benzetebiliriz. Böylece enerjinin bir kısmı boşa harcanmakla kalmaz ayrıca donanımda gereksiz yere yıpranmış olur.

Akış tahriklerinde çoğunlukla sincap kafesli asenkron motorlar kullanılmaktadır. Normalde bu motorlar çok kez şebekeye doğrudan bağlanır ve yaklaşık olarak sabit hızda çalıştırılır. Ancak güç elektroniğindeki hızlı gelişmeler, bu motorların hızlarını en küçük güçlerden en büyük güçlere kadar ayarlamayı olanaklaştırmıştır. Bu motorların hız ayarı için geliştirilen kontrolörlerin en önemlisi ara devreli frekans dönüştürücüler olup tek veya üç fazlı bir şebekeden beslendiği takdirde genliği ve frekansı basamaklı olarak ayarlanabilen üç fazlı gerilimler üretirler. Bu sayede sincap kafesli asenkron motorlarda sürekli bir hız ayarı söz konusu olur.

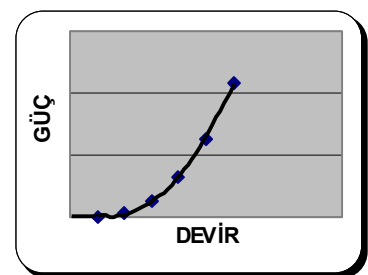
Sürekli bir hız ayarı ile akış kontrolünü yapmak, hız, basınç, debi ve güç arasındaki bağıntılarla açıklanabilir.



(ŞEKİL-1)



(ŞEKİL-2)



(ŞEKİL-3)

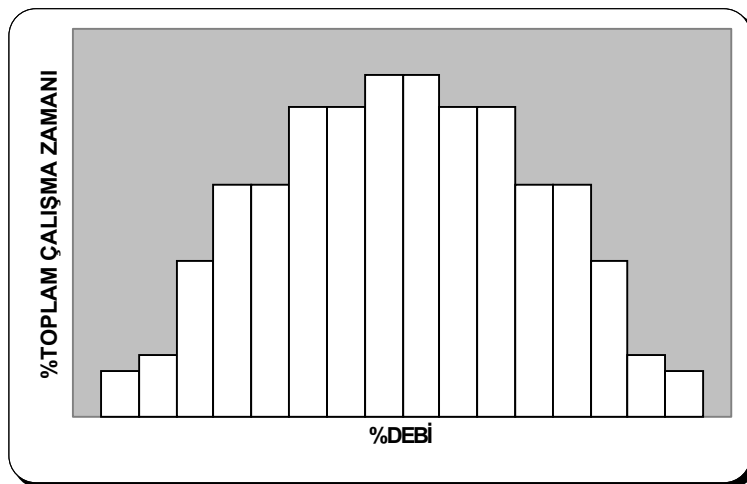
\*Akışkan debisi motor hızı ile doğru orantılıdır.(Şekil-1)

\*Dinamik basınç hızın karesi ile orantılıdır.(Şekil-2)

\*Giriş gücü hızın kübü ile orantılıdır.(Şekil-3)

Böylece, eğer motor hızı %20 oranında azaltılırsa, yaratılan basınç %64'e, gerekli güç de %51'e düşer.

Birçok pompa uygulamasında debi profili Şekil-4 deki grafikte görüldüğü gibidir. Tipik bir pompada debi, çoğu zaman istenen maksimum değer in %40'ı ile %70'i arasındadır. Çalışma periyodunun önemli bir kısmında daha az güç gerekmesine rağmen motor, maksimum debiyi sağlayacak güçte seçilir.

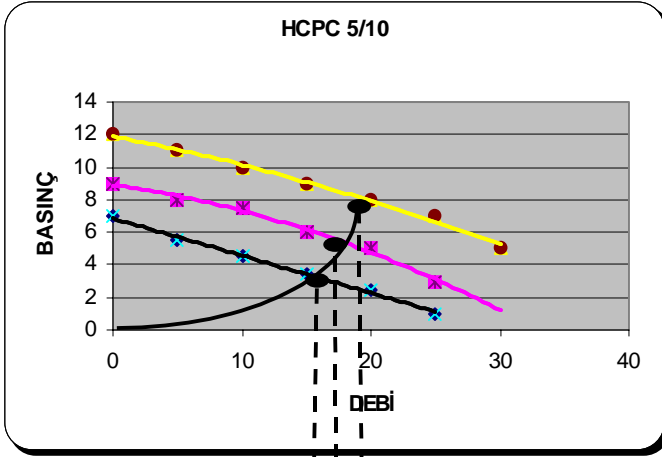


(ŞEKİL-4)

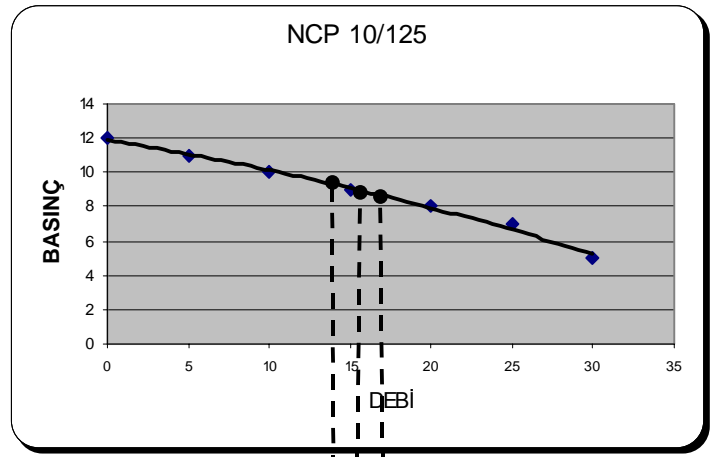
Sabit hızlı pompa, çok kısa süreler için gerekli olan maksimum enerjiyi sürekli olarak çeker. Giriş gücü, akış kesidinin daraltılarak debinin çok düşürüldüğü zamanlarda bile çok az azalır. Ancak sürekli hız ayarının mümkün

olduğu pompalarda gerekli gücün hızın kübü ile orantılı değiştiğini ve maksimum hız ve gücün sadece kısa sürelerde söz konusu olacağını göz önüne alırsak, büyük boyutlarda enerji tasarrufu sağlanacağı açıkça görülür.

Bu noktalar bir araya getirildiğinde pompa uygulamalarında çok hızlı pompa kullanma gerekliliği anlaşılır.

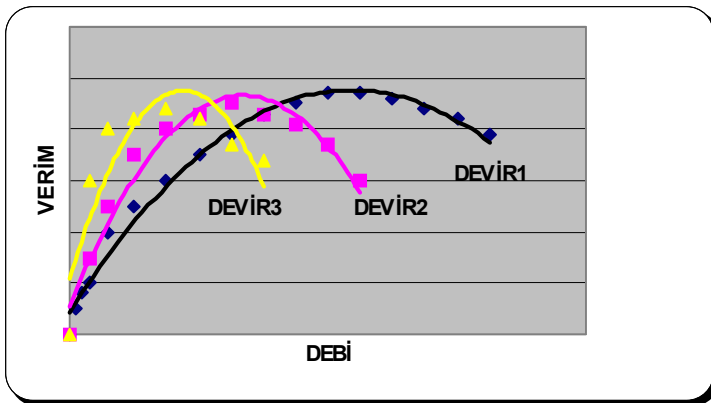


(ŞEKİL-5)



(ŞEKİL-6)

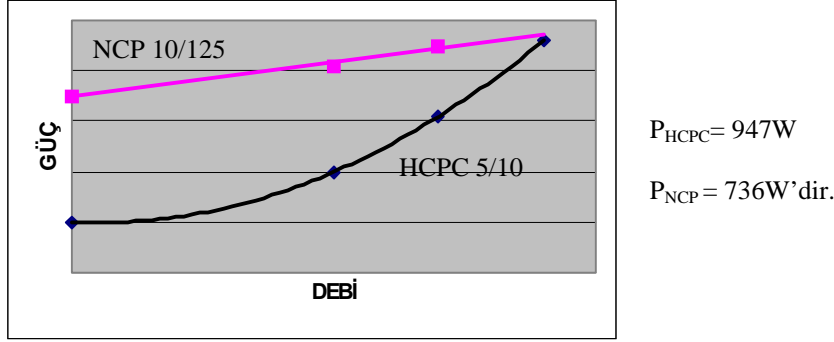
Şekil-6'da tipik bir kısma valfi ile birlikte çalışan Alarko-Carrier NCP 10/125 serisi sirkülasyon pompası için değişik debilerde elde edilen çalışma noktaları ve giriş güçleri verilmiştir. Şekil-5'te ise Alarko-Carrier HCPC 5/10 serisi üç hızlı sirkülasyon pompası için aynı debilerde elde edilen çalışma noktaları ve giriş güçleri verilmiştir. Bu son uygulama sanki her çalışma noktası için ayrı ayrı uygun bir pompa seçimi yapılması durumundaki sonuçlara karşı düşmektedir. Dolayısıyla giriş gücündeki azalma belirgin olarak göze çarpmaktadır.



Yandaki grafikte çoğu zaman atlanan önemli bir parametre, pompa veriminin debi ile değişmesi göz önüne alınmıştır. Şekil-5 ve Şekil-7 beraberince incelendiğinde hızın debiye göre değiştirilmesi durumunda pompanın en yüksek verimle çalıştığı kolayca görülebilir.

(ŞEKİL-7)

Bu sonuçları yukarıdaki HCPC 5/10 üç hızlı ve NCP 10/125 tek hızlı pompaların gerçek değerleriyle örnek bir hesap yaparak açıklayalım.



(ŞEKİL-8)

Bu pompaların kullanıldığı aynı yerde, her akış noktasında;

**Toplam sürenin %70'inde %50 akış, %30'unda %75'lik bir akış olsun.**

Şekil-8 dikkate alınarak;

**%50 akış debisinde**

$$\begin{aligned} \text{NCP 10/125} &\Rightarrow \%80 \\ \text{HCPC 5/10} &\Rightarrow \%40 \end{aligned}$$

**%75 akış debisinde**

$$\begin{aligned} \text{NCP 10/125} &\Rightarrow \%95 \\ \text{HCPC 5/10} &\Rightarrow \%60 \text{ güç harcarlar.} \end{aligned}$$

**Buna göre HCPC 5/10 tipi pompa kullanılmasıyla elde edilen kazançlar:**

$$\begin{aligned} \%50 \text{ akış debisinde} &\Rightarrow (0.8 * 736) - (0.4 * 947W) = 210W \\ \%75 \text{ akış debisinde} &\Rightarrow (0.95 * 736) - (0.6 * 947W) = 131W \text{ şeklinde olur.} \end{aligned}$$

**Bu güç kazanımlarını, zaman ile çarparak kazanılan enerjiyi bulabiliriz:**

$$0.7 * 5000 * 210W + 0.3 * 5000 * 131W = 931 \text{ kwh}$$

**Yıllık enerji kazancı miktarını elektriğin fiyatı ile çarparsak:**

$$931 \text{ kwh} * 0.2 \text{ DM} = 186 \text{ DM}$$

Bu durumda bir HCPC 5/10 pompanın fiyatı yaklaşık olarak 500DM alınırsa pompanın yaptığı enerji tasarrufuyla kendini (bu kadar küçük güçlere rağmen) 3 yıla yakın bir sürede kendini amorti ettiği görülür.(Hesabın güncel kalması açısından elektriğin fiyatı Alman Markı olarak alınmıştır.)

Bu açıklamalar ve örneklerden anlaşıldığı üzere akış kontrol sistemlerinde, basamaklı veya bunun bir ötesi olan sürekli hız ayarı yapan sirkülasyon pompalarının kullanılması vana kullanımını ve beraberinde getirdiği kayıpları azalttığı için en hesaplı çözümdür.Sonuç olarak sistemde kullanılacak pompa gücü vana ve benzeri elemanların sayısına bağlı olarak azaldığı için aynı işi daha küçük güçlü bir pompa ile yapabilir hale geliriz.

Ayrıca frekans kontrolörleri sistemlerde hem gerilim hem de hız kontrolü yaptığı için kalkış akımlarını önemli ölçüde azaltır.Pompalar kalkış esnasında %600'e varan büyüklükte kalkış akımları çekebilmektedir.Frekans

kontrolörü yumuşak kalkış özelliği ile bu akımları minimize eder. Frekans kontrolörü ile hız ayarının pompaya kazandırdığı bir önemli özellikte pompanın geniş bir aralıkta kullanılabilmesine imkan sağlamasıdır.

### **Yüksek verimli motor kullanılması ile enerji tasarrufu:**

Akış kontrol sistemlerinde kullanılan pompaların tahrikinde %90 çoğunlukla Sincap kafesli asenkron motor kullanılmaktadır. Bu motorlar yapıları gereği diğer tahrik ünitelerine göre birçok avantajlara sahiptir. Yapımları daha kolay, daha dayanıklı, işletme güvenliği daha yüksek, bakım gereksinimi en az ve en yaygın şekilde kullanılan elektrik motorlarıdır. Aslında bu tür motorların verimleri oldukça yüksektir fakat kullanım oranları çok fazla olduğu için bu alanda yapılacak en ufak iyileştirmeler ciddi şekilde enerji tüketimini azaltır ve parasal tasarruf sağlar. Elektrik enerjisinin dünya çapında kazandığı önem karşısında bu motorların verimlerini yükseltmek için 1970'ten itibaren yeni çalışmalar başlatılmıştır. Aslında verimin nasıl artırılacağı eskiden beri biliniyordu ama ucuz enerji fiyatları buna gerek bırakmıyordu. Bu motorlarda verim açısından en önemli sakınca kısmi yüklenmelerdir. Dolayısıyla pompa gücü seçilirken bu noktaya dikkat edilmelidir. Sincap kafesli asenkron motorlarda verimi artırmanın başlıca yöntemleri:

- 1-) Besleme geriliminin yüke uyumluluğunun sağlanması,
- 2-) Etkin malzeme kullanma,
- 3-) Daha ileri bir üretim teknolojisi kullanma

Bu bilgiler ışığı altında Alarko-Carrier firması 1998 yılında ODTÜ ile birlikte daha yüksek verime sahip bir dalgıç motor serisi geliştirmek amacıyla bir proje başlatmış ve bu projeye TÜBİTAK' da destek vermiştir. Projenin sonunda önceki seriye göre yaklaşık %6 daha fazla verime sahip yeni bir motor serisi geliştirilmiştir. Bu verim iyileştirmesiyle elde edilen elektrik enerjisi tasarrufu ve parasal tasarruf aşağıdaki gibi bir tablo ile açıklanabilir.

Karşılaştırma	Eski 40HP	Yeni 40HP
Verim(%)	80	86
Çıkış Güç(kw)	30	30
Giriş Gücü(kw)	37.5	34
Yıllık çalışma saati <sup>1</sup>	2920 h	2920 h
Aktif Enerji Tüketimi(kwh/yıl)	109500	99280
Aktif enerji tüketim maliyeti(TL)	6,898,500,000	6,254,640,000
Yıllık enerji tasarrufu(TL)	643,860,000	
Motorun kendini amorti etme süresi(yıl)	1.5	

Tablodan da görüldüğü üzere yüksek verime sahip yeni seri motor yaptığı enerji tasarrufu ile kendisini 1.5 yılda amorti edebilmektedir.

## **Tepkin güç gereksiniminin azaltılması ile enerji tasarrufu:**

Pompa tahrikinde çok sık kullanılan sincap kafesli asenkron motorların, zayıf bir tarafı, güç katsayılarının özellikle düşük yüklerde çok küçük değerlere düşmesidir. Sistemin, düşük bir güç katsayısı ile çalışması ,tüketilen enerjinin , küçük bir kısmının kullanılabilmesi, geri kalan kısmın kayıp şeklinde ortaya çıkması anlamındadır. Bu durumda, örneğin bir kondansatör ile sistemin güç katsayısını 1'e yaklaştırmak enerji tüketimi açısından %5 ile %30 arasında bir iyileştirme sağlar. Güç katsayısını yükseltmek pompanın çekeceği akımı dolayısıyla oluşan kayıpları azaltır.Örneğin güç katsayısı 0.5 olan bir pompanın kayıpları, güç katsayısı düzeltme ile 1' yaklaştırılmış bir pompanın kayıplarına göre tam 4 kat daha fazladır.Çünkü kayıplar hat akımın karesi ile orantılıdır.Örneğin akımda yapılacak iyileştirmenin enerji tasarrufunda ne kadar önemli olduğunu gösterir. Yüksek verimli motorların düşük mağnetik akım yoğunluğu gerektirmelerinden dolayı güç katsayıları da diğerlerine göre yüksektir.Böylece az önce bahsedilen geliştirme projesi sonucunda ortaya çıkan yüksek verimli motorların güç katsayıları da eski seriye oranla daha yüksektir.Bu gelişme de yapılacak enerji tasarrufunu artırmaktadır.

Sonuç olarak elektrik enerjisinin tükenen kaynaklardan sağlanması, elde etme güçlüklerinin artması ve ekolojik dengeyi bozma tehlikesi karşısında elektrik enerjisini tasarruflu kullanmak zorundayız.Tasarruflu kullanmada amaç, aynı işleri daha az güçle yani daha az kayıpla yaparak sanayi kuruluşlarına önemli parasal tasarruflar sağlamak ayrıca ülke ekonomisine ve çevre korunmasına katkıda bulunmaktır.İnsanlığın elektrik enerjisi tüketimi, birincil enerji tüketiminden daha hızlı artmaktadır ki bu artış ülkemizde daha fazladır çünkü ülkemiz henüz gelişmekte olan bir ülke olduğu için enerji ihtiyacı Avrupa ve Amerika ülkelerine oranla daha fazladır.Örneğin gelişmiş bir Avrupa ülkesinde elektrik enerjisi ihtiyacı 10 yılda iki katına çıkarken bu süre Türkiye'de 7 hatta 5 yıla kadar düşebilmektedir.Bu açıklamalardan da görüleceği üzere ülkemizde elektrik enerjisi tasarrufuna fazlasıyla önem vermeli bu konuda sanayi kuruluşlarını ve bireye kadar tüm tüketicileri bilinçlendirmemiz gerekmektedir.

## **REFERANSLAR:**

- [1] "Pompalarda Akışkan Hız Kontrolü ile Enerji Tasarrufu" tez çalışması ELE UZ 406 KAR İsmail Kartal/ İTÜ
- [2] "Sanayide Elektrik Enerjisi Nasıl Tasarruf Edilir?" İTO/ Yayın no:2000-36
- [3] "Elektrik Motörleri" İlhami Çetin
- [4] [http://www.eren.gov/femp/greenfed/3.0/3\\_3\\_motors\\_and\\_drives.htm](http://www.eren.gov/femp/greenfed/3.0/3_3_motors_and_drives.htm)