



TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI

BİLGİ BELGE MERKEZİ(BBM)

Döküman Bilgileri

EMO BBM Yayın Kodu	: 347
Makalenin Adı	: Fan ve Pompa Yüklerinde Enerji Tasarrufu
Makalenin Yayın Tarihi	: Mayıs 2002
Yayın Dili	: Türkçe
Makalenin Konusu	: Enerji Tasarrufu
Makalenin Kaynağı	: Elk. Dergisi,Sayı:?,Mayıs 2002
Anahtar Kelimeler	: Fan,enerji
Yazar 1	: Özgür Biliz

Açıklama

Bu doküman Elektrik Mühendisleri Odası tarafından açık arşiv niteliğinde olarak bilginin paylaşımı ve aktarımı amacı ile eklenmiştir.

Odamız üyeleri kendilerine ait her türlü çalışmayı EMOP/Üye alanında bulunan veri giriş formu aracılığı ile bilgi belge merkezinde yer almasını sağlayabileceklerdir. Ayrıca diğer kişiler çalışmalarını e-posta (bbm@emo.org.tr) yolu ile göndererek de bu işlemin gerçekleşmesini sağlayabileceklerdir. Herhangi bir dergide yayınlanmış akademik çalışmaların dergideki formatı ile aynen yer almaması koşulu ile telif hakları ihlali söz konusu değildir.

Elektrik Mühendisleri Odası Bilgi Belge Merkezi'nde yer alan tüm bilgilerden kaynağı gösterilerek yararlanılabilir.

Bilgi Belge Merkezi'nde bulunan çalışmalardan yararlanıldığında, kullanan kişinin kaynak göstermesi etik açısından gerekli ve zorunludur. Kaynak gösterilmesinde kullanılan çalışmanın adı ve yazarıyla birlikte belgenin URL adresi (http://bbm.emo.org.tr/genel/katalog_detay.php?katalog=2&kayit=347) verilmelidir.

Fan ve Pompa Yüklerinde Enerji Tasarrufu

Özgür BİLİZ (Elektrik Mühendisi) Siemens Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Günümüzde en temel problemlerden biri haline gelen enerji sıkıntısı ile iki konu büyük önem kazanmıştır; 1. enerji üretimi ve maliyeti, 2. mevcut kaynakların daha verimli kullanımı ve enerji tasarrufu. Nasıl yeni bir enerji üretim tesisi kurmak için belli bir ilk yatırım maliyeti söz konusu ise enerji tasarrufu yapmak üzere bir tesisi revize etmek de belli bir yatırım işidir. Ancak burada göz önüne alınması gereken tek parametre mevcut sistemin revizyonu için gerekli ilk yatırım maliyeti olmamalıdır. Sistemin modernizasyonu sonrası enerji kullanımı maliyeti düşüyorsa, bunun ne kadar süre içerisinde yatırım maliyetini amorti edeceği hesabı akılcıca yapılmalıdır. Gerçekten de ilk yatırım maliyeti kayda değer gibi görünen birçok modernizasyon işlemi, kısa süre içerisinde işletme maliyetlerindeki düşüşten dolayı aslında bedavadır ve hatta üzerine kar dahi bırakacaktır!

Fan ve Pompa yükü değişken moment yüküdür...

Bu konsept dahilinde en çarpıcı örneklerden birisi de Fan ve pompa uygulamalarında AC Motor Hız Kontrol Cihazları kullanımıdır. Konvansiyonel sistemler arasında, örneğin bir fan uygulamasında, çoğu zaman basınç yada debi gibi bir sistem parametresinin kontrolü istenir. Klasik yöntemlerde yapılacak iş; bir motoru şebekeden beslemek ve fanı nominal hızında tahrik etmektir. Basıncın yada debinin ayarlanması için hava akış yoluna konacak bir panjur, bir damper, bir by-pass dönüşü vb. akışa karşı direnç gösteren (yada bir kısım akışkanı hiç iş yapmadan kaynağına döndüren) bir elemanın açıklık-kapalılık oranını değiştirerek kontrol yapılmaya çalışılır. Bu sistemde hemen göze çarpan nokta sisteme direnç ekleyerek (yada fazlası basılmış suyu / üflenmiş havayı geri döndürerek) kontrol yapılmaya çalışılıyor olmasıdır.

Konuya daha detaylı girebilmek için akışkan içinde hareket eden cisimlerin tipik hız / moment karakteristiğini incelemek gereklidir. Fan ve Pompa yükleri tipik değişken moment yükleridir ve hızın karesiyle orantılı yükün moment talebi vardır.

$$M \propto \omega^2$$

Güç ise açısal hız ile momentin çarpımıdır;

$$Burada P = M \times \omega$$

P : Güç (Watt)

M : Moment (Nm)

ω : Hız (rad/s)

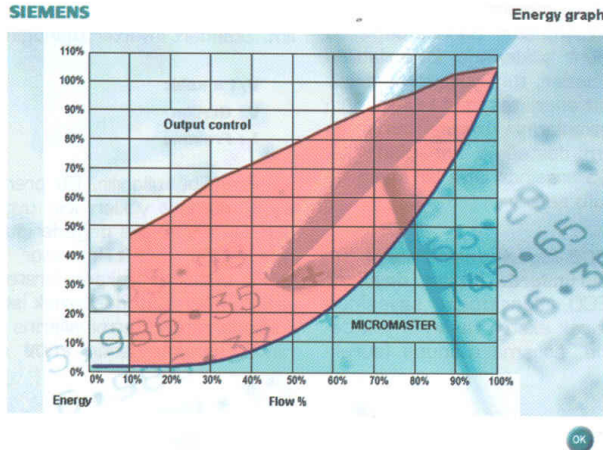
birimleriyle kullanılır.

Konvansiyel sistemlerde hız sabittir çünkü tahrik elemanı olarak kullanılan AC asenkron motor sabit frekansla, şebeke frekansı ile beslenmektedir ve hızı yük değ-

ler biraz daha soğuduğu için soğuk hava üfleyen fanın devrini yarıya indirmek gerektiğini varsayalım. İşte dört işlem;

Hız $1/2$ kat düşer ise karesel orantıdan dolayı moment $1/4$ kat'ına iner. Hız ile momentin çarpımı ise gücü verir demiştik; şebekeden çekilecek güç de $1/2 \times 1/4 = \%12.5$ 'ine inecektir. 100W'lık fanın yarı devrinde neredeyse şebekeden çektiği gücün 12.5W'lara düşeceğini hesaplamış bulunuyoruz. Elbetteki sistem verimi, kayıplar vb. etkenlerden dolayı bu değer tam olarak $\%12.5$ olmayabilir ancak tam devirdeki $\%100$ kapasite gücüne göre de göz ardı edilemeyecek boyutlarda enerji tasarrufu sinyallerini net olarak verir.

Aşağıda bir fanın çıkış kontrolü olarak (panjur, damper vb.) çalıştırılması ile fanın hız kontrol cihazı kullanarak devir ayarı yöntemiyle



şimlerinden etkilenen kayma faktörü de ihmal edilirse sabit kabul edilir. Debiyi düşürmek için panjur, klepe, by-pass vb. kullanılan konvansiyonel sistemler yerine direkt fanın veya pompanın devrini düşürerek kontrol yapmak, bu yük karakteristiği de düşünüldüğünde göz ardı edilemez bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bunun için basit bir örnek düşünelim ve hava-

proses değişkeninin kontrolü arasındaki fark grafiksel olarak gösterilmiştir. Örneğin fan çıkışının bir panjur ile kapatılarak debinin $\%50$ 'ye düşürülmesi halinde şebekeden çekilen güç ile hız kontrol cihazı kullanıldığında şebekeden çekilen güç arasındaki fark net bir şekilde görülmektedir ve direkt olarak enerji tasarrufu hesabının bir parametresidir.

Bir işletmede yanıtlanması gereken soru, "bu fan yada pompa bir günde hangi debide kaç saat çalışıyor ve dolayısıyla bu aralıkta çalışırken hız kontrol cihazı kullanmış olsaydı ne kadar tasarrufum olurdu?" sorusudur. Uç örnekleri bir kenara bırakırsanız yapılan hız kontrol cihazı yatırımının elektrik faturasındaki düşüm üzerinden karşılandığını ve sistemin bir yıla kalmadan bedava geldiğini görebilirsiniz!

Herhangi bir hız kontrol cihazı mı?..

Bu iş için özelleştirilmiş hız kontrol cihazı var mıdır ki bu soruyu soruyoruz? Evet. Özellikle fan ve pompa yüklerinde ekstra tasarruf ve proses kontrolü imkanları sunmak üzere tasarlanmış hız kontrol cihazları vardır. Buna en tipik örnek Siemens 3. Jenerasyon standart hız kontrol ailesinin (Micromaster ailesi) bir ferdi olan Micromaster ECO'dur. ECO kelimesi İngilizce Energy Control Optimisation (enerji kontrol optimizasyonu) kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Sadece değişken moment yüklerinde kullanılabilen bu cihazlar, tüm yukarıda bahsettiğimiz enerji tasarruf tekniklerinin ve imkanlarının üzerine, tamamen yazılım desteğiyle başarılan, %2 ile %5 arasında ilave bir enerji tasarrufu sağlar.

ECO Algoritmasına hangi durumlarda ihtiyaç duyulur?

ECO algoritması sayesinde yapılacak ekstra tasarruf yük değerine, çalışma moduna (sürekli-

li-kesikli vb), motor tipine göre değişir ve tipik değerler olarak %2 ile %5 arasındadır demiştik. Bir sistemde tahrik elemanı olarak kullanılacak elektrik motorunun gücü hesaplanan mekanik güçten pratik olarak biraz daha büyük seçilir. Aslında teorik olarak da çok fazla şansımız yoktur. Örneğin 33.65kW olarak hesapladığınız mekanik güç için en iyi ihtimalle 37kW'lık motor seçebiliriz çünkü standart olarak bir alt güçteki motor 30kW'lıktır. Yükün ihtiyacından daha yüksek kapasiteli motor seçilmesi zorunluluğu dahi ECO algoritmasının bir tercih nedeni sayılabilir.

ECO Algoritması nasıl çalışır?

ECO Algoritması az önce değindiğimiz gibi tamamen hız kontrol cihazının yazılım gücüyle başarılmıştır. En baştan başlarsak, boost (güçlendirme), IR kompanzasyonu vb. bir takım kompanzasyon faktörlerini de bir kenara bırakıp en temel inverter tasarımı üzerine konuşarak basite indirmeye çalışalım. Standart inverter mantığında;

$$V/f = \text{sabit}$$

$$V : \text{Gerilim}$$

$$f : \text{Frekans}$$

Prensibi kullanılır. Bu prensip sabit moment yükleri için uygundur. Örneğin plaka değerleri itibarıyla 400V, 50Hz'lik motor için 25Hz besleme frekansı üretetek iyi-kötü devir %50 düşürmek istendiğinde motor terminallerine verilmesi gereken gerilim 200V ola-

rak hesaplanır. Değişken moment yükleri için ise bu karakteristik tercih edilmez. Bunun yerine;

$$V \propto f^{3/2}$$

"Gerilim, frekans üssü 1.5 ile orantılı" prensibi kullanılır. Bu durumda yine 400V, 50Hz'lik motor için bu denklem $V = 1.13 f^{3/2}$ şeklinde bulunur ki bu durumda yine 25Hz frekans beslemesi için motor terminallerine verilmesi gereken gerilim 141V olarak çıkar.

Buraya kadar örneklenirilen değerler sadece en temel inverter prensipleri düşünülerek hesaplanmıştır. Şimdi ise ECO algoritmasının nerede devreye girdiğine bakalım. 25Hz referans için cihazın, temel gerilim/frekans bağıntısının, kompanzasyon, güçlendirme vb. tüm hesaplamaların yapıldığını ve en sonunda 150V'luk besleme gerilimi vermesi gerektiğini hesapladığını varsayalım. Buraya kadar standart inverter söz konusudur. Bu aşamada sistem çalışmasına devam ederken ECO algoritması sayesinde bu gerilim değerinin düşürülüp-artırılarak ve bu esnada elektrikselsel olarak bu farklı değerler için alınan veriler değerlendirilerek, sistemin en verimli çalıştığı noktaya karşılık gelen gerilim değeri bulunur. Bu gerilim değeri için sistemin verimi optimize edilmiş demektir ve hep bahsedegeldiğimiz tipik olarak %2 ile %5 arası öngörülen ek tasarrufumuz yapılıyor demektir. Örneğin temel prensiplerden hesaplanan 150V değil de, yük de bir miktar az olduğundan, 140V'ta sistem en verimli çalışma noktasına oturmuş olabilir...

Sonuç;

Ülkemizdeki enerji kaynaklarımız için "verimsiz kullanma" lüksümüzün olmadığı bir gerçektir. Sadece yukarıda detaylandırdığımız fan ve pompa yüklerinin elektrik motorlarıyla tahriki değil, enerji harcadığımız her noktada nasıl biraz daha tasarruf yapabileceğimizi düşünmemiz ve bu konuyla ilgili teknolojinin getirdiği yeniliklere hızlı adapte olmamız gereklidir. ●

