

FAN & POMPA YÜKÜ & ENERJİ TASARRUFU

SIEMENS San. ve Tic. AŞ

A&D SD

Otomasyon ve Hız Kontrol Sistemleri
Standart Hız Kontrol Cihazları Bölümü

Elk. Müh. Özgür Biliz

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 & 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 kullanım maliyeti düşüyorsa, bunun ne kadar süre içerisinde yatırım maliyetini amorti edeceği hesabı akıllıca 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 & Pompa yükü değişken moment yüküdür...

Bu konsept dahilinde en çarpıcı örneklerden birisi de **Fan & Pompa** uygulamalarında **AC Motor Hız Kontrol Cihazları** kullanımımızdır. Konvansiyonel sistemler arasında, örneğin bir fan uygulamasında, çoğu zaman bir sistem parametresinin kontrolü istenir, basınç yada debi gibi. 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 & Pompa yükleri tipik değişken moment yükleridir ve **hızın karesiyle orantılı yükün moment** talebi vardır.

$$M \propto w^2$$

Güç ise hız ile momentin çarpımıdır;

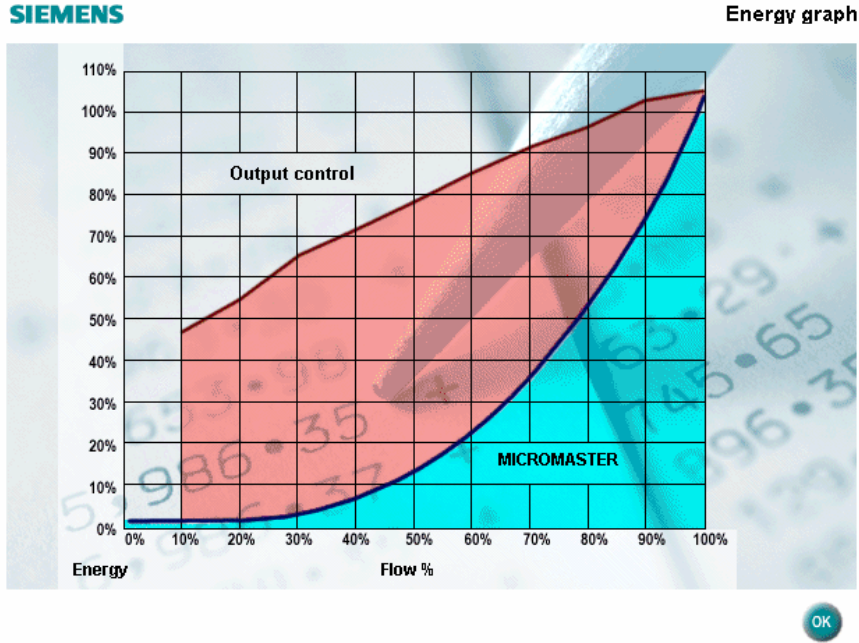
$$P = M \times w$$

| | | |
|---|----------|---------|
| P | : Güç | (Watt) |
| M | : Moment | (Nm) |
| W | : Hız | (rad/s) |

Konvansiyel sistemlerde hız sabittir çünkü tahrik elemanı olarak kullanılan AC asenkron motor sabit frekansla, şebeke frekansı ile, beslenmektedir ve hızı yük değişimlerinden etkilenen kayma faktörü de ihmal edilirse sabit düşünülür. Debiyi düşürmek için panjur, klepe, by-pass vb. kullanılan konvansiyonel sistemler yerine direkt fanın veya pompanın **devrini düşürerek** kontrol yapmak, bu yük karakteristiği de düşünülduğünde göz ardı edilemez bir enerji tasarrufu konusunu gündeme getirmektedir. Bunun için basit bir örnek düşünelim ve havalar biraz daha soğuduğu için soğuk hava üfleyen fanın devrini yarıya indirmek gerektiğini varsayalım. İşte 4 işlem;

Hız ½ kat düşer ise karesel orantıdan dolayı **moment ¼ kat**'ına iner. Hız ile momentin çarpımı ise gücü verir demiştik; şebekeden çekilecek **güç** de $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \%12.5$ 'sine 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 kontrollü olarak (panjur, damper vb.) çalıştırılması ile fanın hız kontrol cihazı kullanarak devir ayarı yöntemiyle proses değişkeninin kontrolü arasındaki fark grafiksel olarak gösterilmiştir. Örneğin %50 debiyi fan çıkışının bir panjur ile kapatılması 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 bir yıla kalmadan yapılan hız kontrol cihazı yatırımının elektrik faturasındaki düşüm üzerinden karşılandığını ve sistemin bir süre sonra *bedavaya* geldiğini görebilirsiniz!

Herhangi bir Hız Kontrol Cihazı mı?..

Bu iş için özelleştirilmiş hız kontrol cihazı var mıdır ki bu soruyu soruyoruz? Evet. Özellikle fan&pompa yüklerinde ekstra tasarruf ve proses kontrolü imkanları sunmak üzere fonksiyonları olan 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 sağlarlar. **Niçin yapmışken, daha da fazla enerji tasarrufu yapmalıyız?**

ECO Algoritmasına hangi durumlarda ihtiyaç duyarız?

ECO algoritması sayesinde yapılacak ekstra tasarruf yük değerine, çalışma moduna (sürekli – 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 değinildiği gibi tamamen hız kontrol cihazının yazılım gücüyle başarılıdır. En baştan başlarsak, boost (güçlendirme), IR kompanzasyonu vb. bir takım kompanzasyon faktörlerini de bir kenara bırakıp en temel inverter tasarımı üzerine konuşarak basite indirgemeye çalışalım. Standart inverter mantığında;

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

V: Gerilim

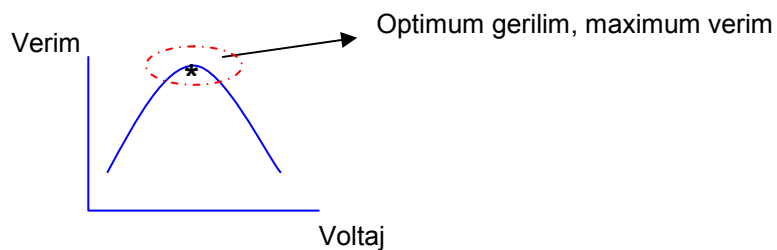
F: Frekans

Prensibi kullanılır. Bu prensip sabit moment yükleri için uygundur. Örneğin plaka değerleri itibarıyla 400V, 50Hz'lik motor için 25Hz besleme frekansı üreterek iyi-kötü devri **%50** düşürmek istendiğinde motor terminallerine verilmesi gereken gerilim **200V** olarak 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 örneklendirilen 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 bulduğunu varsayalım. Buraya kadar standart inverter. Bu aşamada sistem çalışmasına devam ederken ECO algoritması sayesinde bu gerilim değerinin düşürülüp – artırılarak ve bu esnada elektriksel 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'da sistem en verimli çalışma noktasına oturmuş olabilir...



Sonuç:

Eminim ki siz de ülkemizdeki enerji kaynaklarımız için “verimsiz kullanma” lksmzn olmadığını düşünüyorsunuzdur. Sadece yukarıda detaylandırđımız fan & 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 gerektiğini düşünüyorum.

□