

ENERJİ VERİMLİLİĞİNDE VOLTAJ OPTİMİZASYONUNUN ÖNEMİ VE YÜKSEK HIZLI PARALEL YEDEKLEMELİ ÇÖZÜMLER

Süleyman TOPÇU

Edit Elektronik Sistemleri San. ve Tic. Ltd. Şti.

suleyman@editelektronik.com.tr

ÖZET

Elektrik dağıtımında iletim kayıplarını azaltmak ve hattın sonundaki kullanıcılara da yeterli voltajı sağlamak için hat voltajları nominal değerinden daha yüksek ayarlanmaktadır. Bir işletmenin şehir şebekesinden aldığı voltaj, dağıtım hattının neresinde bulunduğuna, diğer abonelerin elektrik tüketim grafiklerine, hangi mevsimde olduğuna, günün hangi saatinde çalıştığına ve kendi makinalarının elektrik tüketim grafiğine bağlı olarak sürekli değişmektedir. Nominal besleme voltaj değerinde en yüksek verim ve en iyi performans ile çalışmak üzere tasarlanan ve üretilen bütün elektrikli cihaz ve makinaların düşük voltaj, yüksek voltaj veya 3 fazlı makinaların dengesiz voltaj ile çalıştırılması önemli oranda verim ve performans kayıplarına neden olmaktadır. İşletmelerde voltaj optimizasyonu yapmak, doğrudan elektrik tüketimini azaltacak, makine ve cihazların performans ve kullanım ömrünü artıracaktır. Voltaj optimizasyonu için yapılacak yatırım, doğrudan enerji tasarrufu, karbon salınımının azaltılması nedeniyle devlet tarafından verilen teşvikler ile işletme verimliliğinin artması gibi etkileri de dikkate alındığında 5 yıl gibi kısa bir zamanda yatırım maliyetini geri kazandırabilir. Voltaj optimizasyon/regülasyon çözümlerinde, bakım gerektirmeyen, uzun ömürlü, paralel bağlanarak gücü artırılabilen, farklı voltaj ve yük karakteristiklerine göre çıkış parametreleri ayarlanabilen, yüksek hızda voltaj düzenlemesi yapan ve endüstriyel uygulamalar için uygun ürünler tercih edilmelidir.

GİRİŞ

Türkiye ve dünyadaki bütün üretici firmaların son 20-30 yıldaki en önemli vizyonları, daha verimli ve daha uzun ömürlü ürünler geliştirmek üzerinedir. Üretici firmalar ürünlerinin verimliliği %1 seviyelerinde artırmak için uzun Ar-Ge çalışmaları yapmaktadırlar. Bu çalışmalar ürünlerin ideal besleme voltajında çalışması durumunda en iyi sonucu vermesi içindir. Bu nedenle elektrikli cihaz üreticilerinin, ürün teknik dokümanlarında yer alan; enerji tüketimi, verimlilik ve diğer bütün performans karakteristikleri cihazlar nominal besleme voltajında çalıştırıldığında ölçülen değerlerdir. Üretici firmalar ürünlerinin kullanılacağı farklı dağıtım şebekelerini de dikkate alarak, geniş besleme voltaj aralığında çalışacak şekilde tasarlanmaktadır. Ancak bu elektrikli cihaz ve makinalar bütün besleme voltajlarında aynı verim ve performansta çalışmazlar. Besleme voltajları nominal değerden uzaklaştıkça verim ve/veya performans düşer. Bu durum bütün endüstriyel ürünler için de geçerlidir. [4]

Elektrikli cihaz üretici firmaları, ürünlerin bütün performans ve verim tablolarını nominal voltaja göre hazırlamıştır. Bu nedenle özel bir ölçüm yapılmadığı sürece makine ve cihazların farklı besleme voltajlarındaki enerji veya performans kayıplarını tam olarak tespit etmek mümkün değildir.

Bu nedenle, işletmelerin herhangi bir enerji tasarruf uygulamasına başlamadan önce profesyonel bir enerji analizi ölçümü yaptırmaları bir zorunluluktur. Enerji analizi ve ölçümü konusunda cihaz üreten firmaların ürünleri ile birlikte sağladıkları yeni yazılımlar işletmelerin kötü enerji kalitesi nedeniyle ödedikleri fazla fatura ve toplam enerji kayıpları konusunda raporlama yapmaktadır[3]. Aynı ürünler, enerji tasarrufu uygulamasının öncesi ve sonrasındaki verimlilik artışı veya tasarruf oranları konusunda da ölçümlere dayalı rapor ve sonuç vermektedir. Bu ölçüm ve analiz cihazlarıyla yapılacak ölçümler işletmeler için voltaj optimizasyon uygulamasının sonuçları hakkında önceden bilgi sağlayacak ve voltaj optimizasyonu ile

elde edecekleri doğrudan enerji tasarrufu konusunda yeterli bilgiyi verecektir.

Makine ve ekipmanlarda kayıplar nedeniyle fazladan tüketilen güç çoğunlukla ısı olarak açığa çıkmaktadır. Makinaların aynı performansla çalışmaya devam edebilmesi için bu fazla ısının uzaklaştırılması gerekir. Endüstriyel ürünlerdeki soğutma ünitelerinin veya daha genel olarak işletmenin bütün soğutma-havalandırma sistemlerinde harcanan enerjiyi de toplam enerji kaybına eklemek gerekir.

Son olarak; Voltaj Optimizasyon ve Regülasyon (VOR) üniteleri yalnızca enerji tasarrufu uygulamalarında kullanılmaz. İşletmedeki makine ve cihazların voltaj dengesizliği nedeniyle devre dışı kalmaması veya zarar görmemesi için de voltaj optimizasyonu yapılması gerekir. Bu işletme giderlerini düşürdüğü gibi üretim verimliliğini de artırır. Çünkü planlanan toplam çalışma saatinin belli bir bölümünde makinaların bir arıza veya voltaj sorunu nedeniyle durması toplam üretim miktarını ve verimliliği düşürecektir.

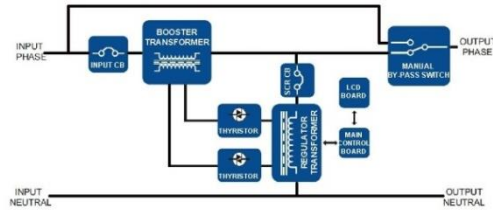
Binlerce kullanıcıya aynı anda enerji sağlayan elektrik şebekesinin bütün kullanıcılar veya bütün elektrikli cihazlar için optimum besleme voltajını sürekli olarak sağlaması mümkün değildir.

Türkiye de, İstanbul dahil pek çok şehirde tüketimin yoğunlaştığı saatlerde şebeke voltajının %15 ile %30 aralığında (bazı illerde %60 oranında) düştüğü, tüketimin azaldığı gece saatlerinde %10-%15 oranında yükseldiği ölçülmüştür. Benzer şekilde yaz ve kış aylarında tüketimdeki farklılıklar ve iletim koşulları nedeniyle şebeke voltajları değişmektedir. EPDK'nın hazırladığı yönetmelikler OG şebekede +/-%10, AG şebekelerde yaklaşık +/-%15 voltaj değişimine izin vermektedir[5]. OG ve AG şebekelerde yasal olarak izin verilen değişimlerin toplamı +/-%25'tir. Dağıtım hatlarının zayıflığı, aşırı yüklenme, kaçak kullanım gibi pek çok nedene bağlı olan bu

sorunun kısa zamanda çözülmesi de beklenmiyor. Bu nedenle işletmelerin kendi VOR sistemlerini kurmaları gereklidir.

Voltaj Optimizasyon ve Regülasyon (VOR) sistemi, AC şebeke voltajının, işletmelerin özel koşullarına göre belirlenen nominal değere ayarlanmasını ve sürekli olarak ayarlanan voltaj değerinde kalmasını sağlayan AC voltaj regülasyon cihazları ve bu cihazların yönetim yapılarıdır.

Voltaj Optimizasyon ve regülasyon (VOR) üniteleri, işletmelerin toplam kurulu gücüne, şebeke voltaj karakteristiklerine ve yük karakteristiklerine göre özel olarak dizayn edilip üretilmektedir. Aşağıdaki çizim bir VOR ünitesinin genel yapısını göstermektedir.



Şekil-1. Voltaj Optimizasyon ve Regülasyon Ünitesi

VOR ÜNİTELERİNİN ÖZELLİKLERİ VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ [1]

1.- Voltaj Yükseltme: VOR ünitesi düşük olan şebeke voltajını işletme için en uygun nominal voltaj değerine yükseltir. Bu özellik Voltaj yükseltme (Boost) olarak adlandırılır. Voltaj Boost işlemi, şebeke hattı ile yük arasına seri olarak bağlanan Booster Trafo ile gerçekleştirilir. Booster trafonun kontrol sargılarına uygulanan değişken voltaj ile yük voltajı nominal değerine yükseltilir ve bu değerde sabit tutulur. Bu işlem sırasında, nominal değerinden düşük olan şebeke hattından daha yüksek akım çekilir. Şebeke voltajı düştükçe akım artar ancak şebekeden çekilen toplam güç çıkış gücü ile VOR ünitesinin kayıplarının toplamı kadardır. İyi tasarlanmış bir VOR ünitesinde toplam güç kaybı %2-%3 civarındadır. Nominal

değerinden daha düşük voltaj ile çalıştırılan makinaların kayıpları bundan çok daha yüksek oranlara sahiptir. Nominal besleme voltajında en yüksek verim de çalışmak üzere tasarlanan elektrikli cihaz ve makinaların besleme voltajları düştüğünde, voltaj düşüklüğü ile orantılı olarak artan güç kayıpları oluşur. Fazladan tüketilen bu enerji ısı olarak açığa çıkar.

Düşük voltaj nedeniyle artan tesisat akımı makinaların güç tüketimindeki artış ile birlikte daha da yükselecektir. Tesisattan çekilen akımların artması, çekilen akımla orantılı olarak artan tesisat kayıplarına neden olur. Tesisat da harcanan fazla enerji de ısı olarak açığa çıkar.

Voltaj düşüklüğünün %20 olduğu bir örnekte elektrikli cihazların verimlilik kayıpları ve düşük voltajın neden olduğu tesisat kayıpları, toplam elektrik tüketiminde %10-%15 oranında artışa neden olur. Böyle bir işletmede Voltaj optimizasyonu yapılarak, %8-%12 oranında doğrudan elektrik tasarrufu sağlanabilir [2] (aradaki %3 fark VOR ünitesinin kayıplarıdır).

İşletmedeki makinaların ve cihazların düşük voltajdan devre dışı kalması nedeniyle oluşacak üretim kayıpları ile düşük voltajda çalışma nedeniyle oluşacak arızalar ve bakım onarım giderleri ile makinaların kullanım ömrünün azalmasını da dikkate aldığımızda işletmenin toplam “ENERJİ” tasarrufu %15 den çok daha fazla olacaktır.

2.- Voltaj Düşürme: Yüksek olan şebeke voltajının nominal değerine indirilmesi Voltaj düşürmedir (Buck). Şebeke voltajının sürekli olarak yüksek geldiği veya farklı zamanlarda yükseldiği ve düştüğü işletmelerde VOR ünitelerinin Voltaj düşürme (Buck) özelliğine sahip olması gerekir.

VOR üniteleri “yalnızca Voltaj Düşürme (Buck)”, “yalnızca Voltaj Yükseltme (Boost)” veya “Voltaj düşürme / Voltaj Yükseltme (Buck/Boost)”, özelliklerinde üretilebilir. Her bir özelliğin VOR ünitesine

eklenmesi ürün maliyetini artıracığı için işletmenin güncel şebeke ve yük koşullarının tespit edilip sistemin teknik özelliklerinin buna göre düzenlenmesi yatırım maliyetini ve dolayısıyla geri kazanım süresini etkileyecektir.

Elektrikli cihazlarda besleme voltajının Yükselmesi, besleme akımının aynı oranda düşmesi sonucunu doğurmaz. Yukarıda da açıklandığı gibi nominal voltaj değerinde en yüksek verim için tasarlanan elektrikli cihazların besleme voltajları yükseldiğinde kayıpları artar. Fazladan tüketilen bu enerji ısı olarak açığa çıkar.

Şebeke voltajının %15 oranında yüksek olduğu bir işletmede enerji kaybı %5-%10 civarında olabilir. İşletme giderlerindeki artışlar ve soğutma sistemlerinin kayıpları da dikkate alındığında VOR ünitesi kullanmak işletmeye yaklaşık %10 “ENERJİ” tasarrufu sağlayacaktır. [2]

3.- Voltaj Dengeleme: Şehir şebekesindeki dağıtım ve kullanım dengesizlikleri, 3 fazdaki voltajların birbirinden farklı olmasına neden olur. Bu durum faz asimetrisi olarak adlandırılır. İşletmelerdeki 1 fazlı makinaların farklı zamanlarda rastgele çalışıp durmaları da faz asimetrisinin diğer bir nedenidir. Faz asimetrisi olan şebekeye bağlanan her makine dengesizliği artırma yönünde etki eder, çünkü voltajı düşük olan fazdan çalıştırılan 1 fazlı makinelerin çekeceği yüksek akım hat voltajını daha da düşürecektir. 3 fazlı makinaların büyük çoğunluğu da benzer şekilde davranarak düşük voltajın olduğu hattan daha yüksek akım çekerek hat voltajını daha fazla düşürecektir. Voltajı yüksek olan fazdaki akımlar oransal olarak daha az akım çekileceği için daha az etkilenecektir. Son olarak faz asimetrisi olan şebekelerdeki bu dengesizliğin kalıcı olmadığını yüklerdeki değişikliklere bağlı olarak sürekli değişkenlik gösterdiğini belirtmek gerekir.

Nominal değerinde ve dengeli voltaj ile beslendiklerinde en yüksek verimlilikte çalışacak şekilde tasarlanmış olan 3 fazlı makineler dengesiz 3 faz voltaj ile çalıştırıldığında hem düşük voltaj kayıpları, hem yüksek voltaj kayıpları hem de dengesizlik kayıpları oluşacaktır. [4]

Faz asimetrisinin bir diğer olumsuz etkisi makinelerde ve tesisatta “nötr” akımının artmasına neden olmasıdır. 3 fazlı bir makine nominal değerinde ve simetrik voltaj ile beslendiğinde nötr hattındaki akım “0” olur. Faz asimetrisi oluştuğunda buna paralel olarak nötr akımı da artar. Nötr akımındaki artış voltaj dengesizliği ile aynı orandadır. Artan nötr akımı makine ile birlikte bütün bina tesisatında dolaşır. Faz asimetrisi olmayan bir işletmedeki tesisat kayıpları 3 adet faz kablodaki kayıpların toplamıdır, faz asimetrisi olan işletmedeki tesisat kayıpları 3 faz ve nötr olarak 4 adet kablodaki kayıpların toplamı kadardır.

VOR üniteleri faz asimetrisini düzeltecek şekilde dizayn edilebilmektedir. Her fazdaki yönetim ve güç ünitelerinin tamamen bağımsız olarak çalıştığı iyi dizayn edilmiş bir VOR ünitesi, %100 dengesiz yük ve %100 dengesiz voltaj koşullarında tam ve aynı performans ile çalışabilmektedir Bunun anlamını aşağıdaki gibi bir örnek ile açıklayabiliriz.; Bir işletmede şebeke voltajının R fazı nominal değerinden %60 düşük, S fazı nominal değerinden %40 yüksek, T fazı da nominal değerinden %20 düşük olsun, bu işletmedeki yükler de R fazında %100, S fazında %0 T fazında %30 olacak şekilde dağıtılmış olsun. VOR ünitesi işletmenin besleme voltajlarını sürekli olarak nominal değerde tutacak ve herhangi bir performans kaybı yaşamadan en yüksek verimde çalışmaya devam edecektir. Yüklerdeki veya şebeke voltajlarındaki dengesizliğin değişmesi VOR ünitesinin performansını etkilemeyecektir. [2]

VOR ünitelerinin dizayn özellikleri üretim maliyetini belirleyeceği için sistemin kurulacağı işletmede detaylı voltaj ve yük

ölçümleri yapılarak sistem özelliklerine karar verilmesi gerekir.

Faz voltajlarının dengesiz olması durumunda düşük ve/veya yüksek olan fazlardan beslenen 1 fazlı makinelerin kayıpları 3 fazlı makinelerin faz asimetrisinden kaynaklanan kayıplarıyla ve nötr akımlarının neden olduğu ilave tesisat kayıplarıyla toplanacaktır. Voltaj düşüklüğünün %15, faz dengesizliğinin de %10 olduğu bir işletmede, VOR uygulaması yapılarak %10-%15 “ENERJİ” tasarrufu sağlanabilir.

4.- VOR sisteminin Reaktif güç kompanzasyonuna etkisi:

Faz asimetrisi olan işletmelerdeki reaktif güç kompanzasyon sistemlerinin performansı düşer. Çünkü standart reaktif güç kompanzasyon sistemlerinde kompanzasyon kondansatörleri 3 faz olarak devreye alınır ve çıkarılır. Faz asimetrisi olan şebekelerde devreye alınıp çıkarılan kondansatör gruplarının etkisi fazlar arasında değişkenlik gösterir. Bu durum başarılı ve kararlı bir reaktif güç kompanzasyonu yapılmasını zorlaştırır. VOR ünitesi kullanıldığında bütün fazlar eşit ve nominal değerinde sabit tutulacağı için reaktif güç kompanzasyonu daha etkili ve başarılı olacaktır.

5. VOR Sisteminin Üretim Verimliliğine ve İşletme Maliyetlerine Etkisi:

Besleme voltajlarının nominal değerinden düşük olması, yüksek olması veya faz asimetrisi durumunda işletmelerdeki makinelerin koruma ünitelerini devreye girerek makineleri kapatır. Standartlara uygun üretilen pek çok makine ve elektrikli cihazda izin verilen voltaj kayması yaklaşık %10 civarındadır. Besleme voltajının bu limitlerin dışına çıkması durumunda makineler otomatik olarak devre dışı kalır. Çoğunlukla birbirini takip eden prosesler şeklinde üretim yapan işletmelerde makinelerin ve sistemlerin kontrolsüz şekilde durması veya kapanması çok büyük bir malzeme ve iş kaybına neden olur. Üretimin devam etmesini sağlayacak bir

VOR ünitesi işletmenin toplam verimliliğini artıracak ve “ENERGY” tasarrufu sağlayacaktır.

Bazı makine ve elektrikli cihaz üreticileri uygun olmayan voltaj koşullarında makinaların çalışmasına izin verirler ancak arıza durumunda makinayı garanti koşullarının dışında tutarlar. Bu durumda işletmeler uygun olmayan voltaj koşullarında çalışmaktan dolayı ek işletme maliyetlerine katlanmak zorunda kalırlar.

VOR üniteleri hem kendilerinin güvenli çalışması hem de bağlı yüklerin korunması için ek koruma üniteleri ile donatılabilirler. İşletmenin özgün koşullarına göre ayarlanabilen bu korumalar ile işletmedeki bütün makina ve cihazlar; yüksek voltaj, düşük voltaj, faz asimetrisi veya faz kaybına karşı karşı korunabilir. Bu koruma sistemleri doğrudan elektrik tasarrufu sağlamaz ancak işletme giderlerini azaltacaktır.

VOR SİSTEMİNİN YAPISAL VE TEKNİK ÖZELLİKLERİ [1]

1.- Verimlilik:

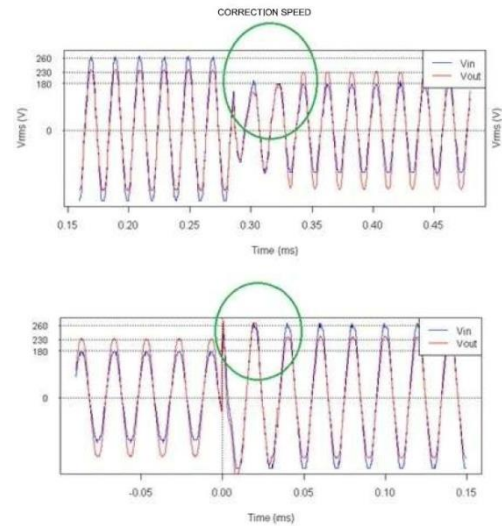
Öncelikle kurulacak VOR ünitesinin en az %97 - %98 verimde olması gerekir. Verimlilik kriterleri yalnızca nominal çalışma koşullarında değil, farklı voltaj ve yük koşullarında da karşılanmalıdır. En düşük giriş voltaj değerinde, en yüksek giriş voltaj değerinde, %100 yük altında veya %50 yük altında çalıştığında da %97 verimle ve tam performans ile çalışması gerekir.

Ayrıca işletme masraflarını artırmaması için periyodik bakım gerektirmeyen, içinde kullanıma bağlı olarak aşınan ve değiştirilmesi gereken parçalar içermemelidir. Boşta çalışma kayıpları düşük olmalı ve gerektiğinde uzaktan erişimle kolayca kapatılıp açılabilir.

2. Hızlı ve Bağımsız Voltaj Yönetimi,

VOR sisteminde, her fazında ki güç transformatörlerinin, güç kontrol ve anahtarlama elemanlarının ve bunlara kumanda eden kontrol ve yönetim devrelerinin diğer fazlardan tamamen

bağımsız olması gerekir. Sistemin %100 voltaj dengesizliğinde ve %100 yük dengesizliğinde tam performans ile çalışabilmesini sağlamak için bu bir zorunluluktur. Diğer önemli parametre ise hızdır. VOR sisteminin hızlı voltaj regülasyonu yapması gerekir. İleri teknoloji ile üretilen bütün elektrikli makinaların koruma ve kontrol devreleri besleme voltajındaki sapmaları çok hızlı şekilde ölçmekte ve makinaya zarar vermesini engellemek için makinayı devre dışı bırakmaktadır. Elektrikli makinaların bu hızlı koruma özelliği arıza oranlarını düşürdüğü için tercih edilir. Ancak hızlı koruma fonksiyonları nedeniyle makinaların kapanması, işletmelerdeki üretimin durması veya proseslerin kesintiye uğramasına neden olmaktadır. Bir makinanın birkaç dakika süreyle kapanması birden fazla prosese bağlı olan üretim sürecinde saatler süren kesintiye veya üretim hatasına neden olabilmektedir. Bu sorunu çözmek için yüksek hızda voltaj dengeleme yapabilen bir VOR ünitesi kullanmak gerekir. Tristör teknolojisi ile üretilen VOR ünitelerinde voltaj düşmeleri ½ periyotta ölçülebilmekte ve 3 periyotta nominal değerine ayarlanabilmektedir. Şekil-2



Şekil-2. Düzeltme Hızı

Bu, makinaların hızlı koruma üniteleri devreye girmeden voltajı düzenlemek için yeterli bir hızdır. Voltaj düzenleme süreleri saniyeler ile ölçülen elektromekanik voltaj

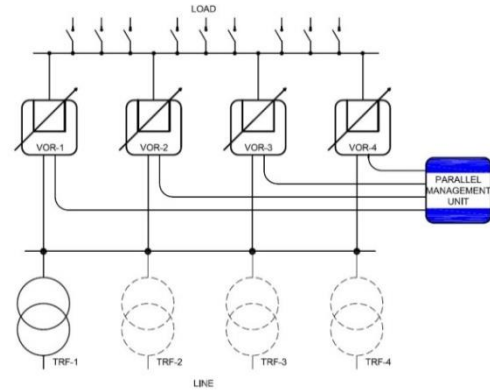
düzenleme cihazlarıyla bu performansı yakalamak mümkün değildir.

3.- Paralel Bağlanabilme ve Yedekli çalışabilme özelliği:

İşletmelerin elektrik sistemlerindeki en önemli sorunlarından birisi, elektrik kontrol ve yönetim cihaz ve ünitelerinden herhangi birisinin arızalanması veya geçici bir süre devre dışı kalması durumunda işletmedeki bütün üretimin durmasıdır. Böyle bir durumda işletmenin çalışmaya devam edebilmesi için; toplam gücü karşılamak üzere birden fazla güç transformatörü paralel bağlanarak kullanılır veya herhangi bir arıza durumunda devreye alınmak üzere yedek güç transformatörleri ve/veya dizel jeneratör sistemleriyle alternatif besleme kaynakları oluşturulur. Bu alternatif besleme kaynakların devreye alınması için otomatik veya manuel transfer üniteleri kurulur.

Birden fazla transformatör kullanan veya yedek transformatörü olan işletmelerde, işletme güvenliğini ve üretimin devamlılığını sağlamak için VOR ünitelerinin de birden fazla kullanılması ve paralel bağlanabilmesi gerekir.

Paralel Yedeklemeli Sistem (Paralel Redundant System) olarak adlandırılan bu sistemde, VOR sistemi tek bir ünite olarak değil, aynı teknik özelliklere sahip birden fazla (N adet) ünite olarak üretilir ve bu ünitelerin çıkışları kısa devre edilerek paralel bağlanır. İşletmenin toplam güç ihtiyacı N adet VOR ünitesi tarafından otomatik güç paylaşımı yapılarak karşılanır. Proje özelliklerine bağlı olarak bütün VOR ünitelerinin giriş ve çıkışları paralel bağlanabileceği gibi, her bir VOR ünitesinin girişi ayrı bir transformatörden de beslenebilir. Paralel bağlanan ve özel bir yönetim ünitesi ile senkron olarak çalışmaları sağlanan bu üniteler işletmenin toplam gücünü aralarında eşit olarak paylaşırlar. Şekil-3.



Şekil-3. Paralel Yedeklemeli VOR Ünitesi

Bu sistemde herhangi bir VOR ünitesinin arızalanması veya başka bir nedenle devre dışı kalması durumunda enerji sisteminde herhangi bir kesinti veya dengesizlik olmadan arızalı ünite kapanır ve diğer üniteler toplam yükü paylaşarak çalışmaya devam eder. İşletmenin toplam gücü paralel bağlanan VOR ünitelerinin toplam gücüne eşitse ve işletme tam kapasitede çalışıyorsa, herhangi bir arıza durumunda işletmedeki gücün azaltılması gerekir. Çünkü VOR üniteleri devre dışı kalan ünite nedeniyle oluşan aşırı yüklenmeyi ancak belli bir süre karşılayabilirler.

Herhangi bir ünitenin devre dışı kalması durumunda işletmenin tam performans ile çalışması isteniyorsa, aynı özelliklerde 1 adet VOR ünitesi paralel sisteme eklenir. Bu yapılmaya N+1 Paralel Yedeklemeli Sistem denir. Paralel yedeklemeli sistemde VOR ünitelerinin toplam gücü işletme gücünden %20 - %25 oranında fazladır. İşletmenin toplam gücü N adet ünite ile karşılanabilir +1 adet ünite yedek olarak çalıştırılır. Herhangi bir ünitenin devre dışı kalması durumunda devrede olan N adet ünite işletmenin kesintisiz olarak tam kapasiteyle çalışmasını sağlar. Arızalı olan ünite yeniden devreye alındığında güç yeniden N+1 ünite arasında paylaşılır. Birden fazla ünitenin arızalanması durumunda işletmedeki bazı makine veya cihazlar kapatılarak düşük kapasiteyle çalışmaya devam edilebilir.

Benzer şekilde işletmenin düşük kapasitede çalıştırılması gerektiği zaman VOR

ünitelerinden istenilen adeti devre dışı bırakılarak enerji kayıpları azaltılabilir.

Paralel yedeklemeli VOR uygulamalarının bir başka önemli uygulama alanı da yüksek güçteki işletmelerdir.

Genel olarak 1 MVA'dan daha yüksek güçteki uygulamalarda kullanılan şalt malzemelerinin ve yarıiletken güç anahtarlama elemanlarının fiyatları daha pahalıdır. Bunun nedeni yüksek güçte güç anahtarlamanın daha zor olması ve daha az kullanıldıkları için az sayıda üretilmeleridir. Daha yüksek güçte, örneğin 4 MVA'dan yüksek güçte şalt malzemesi ise standart olarak üretilmez. Ayrıca yüksek güçteki şalt malzemeleri ve yarıiletken güç anahtarlama elemanları stoklarda bulunmaz, bu nedenle de tedarik süreleri uzundur.

Yüksek güçlü işletmelerde paralel yedeklemeli VOR üniteleri kullanmak işletme güvenliğini ve yatırım maliyetini düşürecektir.

Paralel yedeklemeli sistem uygulamalarında her bir VOR ünitesi için ayrı bir güç trafosu kullanılabilir. Örnek olarak 4 MVA bir işletme için 4 adet 1 MVA güç trafosu ve 4 adet 1 MVA VOR ünitesi kullanılabilir. Böylece 4 MW trafo ve VOR ünitesi tedarik etmenin zorluğu ile herhangi arıza durumunda bütün işletmenin uzun süre kapalı kalma riski ortadan kaldırılmış olur.

Daha yüksek güçte transformatör ve VOR ünitesi üretilmediği için 3 MVA'dan büyük işletmelerde dağıtım üniteleri birden fazla grup olarak düzenlenmekte, her bir grup ayrı bir transformatör ile beslenmektedir. Bu sistemde herhangi bir ünitenin arızalanması durumunda işletmenin bir bölümü tamamen enerjisiz kalacaktır. Paralel yedeklemeli VOR üniteleri yüksek güçler için esnek çözümler sağlamaktadır.

Son olarak sonradan büyüme planları olan işletmeler için paralel yedeklemeli VOR üniteleri kullanılabilir. İlk yatırım sırasında

bir ünite ile çalışmaya başlayan işletme ihtiyaç duydukça yeni üniteler alarak gücünü artırabilir.

4.- Koruma Fonksiyonları:

İşletme verimliliğini artırmak için alınan VOR ünitelerinin, herhangi bir arıza veya aşırı yüklenme nedeniyle devre dışı kalması durumunda işletmedeki üretimin kesintiye uğramaması için sistemin Kesintisiz Otomatik By-Pass özelliğine sahip olması tercih edilir. Ek bir güvenlik önlemi olarak düşünülen bu fonksiyon ile işletmedeki yükler kesintisiz olarak şebeke voltajına aktarılır. Arıza giderildikten veya aşırı yük ortadan kalktığında sistem yeniden kesintisiz olarak devreye girecektir.

VOR ünitelerinin ayrıca; elektronik Aşırı yük, kısa devre, aşırı voltaj ve aşırı sıcaklık gibi ek korumalara sahip olması da sistem güvenliği için önerilebilir.

Yönetim ve izleme kolaylığı için kurulacak VOR ünitelerinin MODBUS, ETHERNET vb gibi uzaktan yönetim ve izleme modüllerine sahip olması da tavsiye edilebilir.

SONUÇ

Enerji verimliliği için voltaj optimizasyon ve regülasyon sistemleri kurmak; işletmelerin elektrik tüketimlerini azaltacak ve genel işletme verimliliğini de artıracaktır. Voltaj optimizasyon ve regülasyon uygulamalarında yeni teknolojilerle üretilmiş, paralel bağlanabilen, hızlı voltaj regülasyonu yapan ve bakım gerektirmeyen ürünler tercih edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Edit Elektronik Ltd.Şti. Paralel Redundant Voltaj Regülatörü Teknik Dokümanları
2. Edit Elektronik V-Fine Energy Saver Kullanma Kılavuzu
3. "Fluke 430 series II three-phase power quality and energy analyzers" broşürü
4. Gamak standart asenkron motor özellikleri
5. EPDK "Enerji Tedarik, Ticari ve Teknik Kalite Yönetmeliği"