

## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma



### Özet

Şu anda kullanılan ve sektör tarafından geniş ölçüde büyük tesisatlar için en uygun ve güvenilir çözüm olarak kabul edilen standart UPS teknolojisi, çift çevrim ile birlikte bu konfigürasyonun çeşitleridir.

UPS çift çevrim modundayken, güç kalitesi sorunlarına karşı yalıtım sağlar. Gerilim ve frekans giriş koşullarından bağımsız olarak çıkış gerilimi ve frekansın kontrolünü sağlar.

Ancak sorulması gereken soru, çift çevrim modunun bu tür sorunların çözülmesini sağlayacak tek çözüm olup olmadığıdır. Çift çevrim teknolojisinin, tesisatların her tür soruna karşı korunması konusunda güvenilir olduğu kanıtlanmış olmakla birlikte, önemli bir dezavantajı bulunmaktadır: verimlilik. UPS son derece yüksek seviyede koruma sağlarken, sürekli Maksimum Koruma modunda çalışır; bu da çok miktarda fazla enerji kullanmasına neden olur.

Öyleyse kritik öneme sahip tesisatlar için koruma sağlayacak daha verimli bir çözüm bulunabilir mi?

Örnek çözüm, farklı türdeki elektrik arızalarını ayırt edebilen ve her bir arızayı gidermek için en verimli ve etkin çalışma modunu kullanarak ihtiyaca karşılık verebilen bir UPS'dir. Chloride Masterguard, yeni **Trinergy**'yi geliştirerek bunu mümkün kılmıştır.

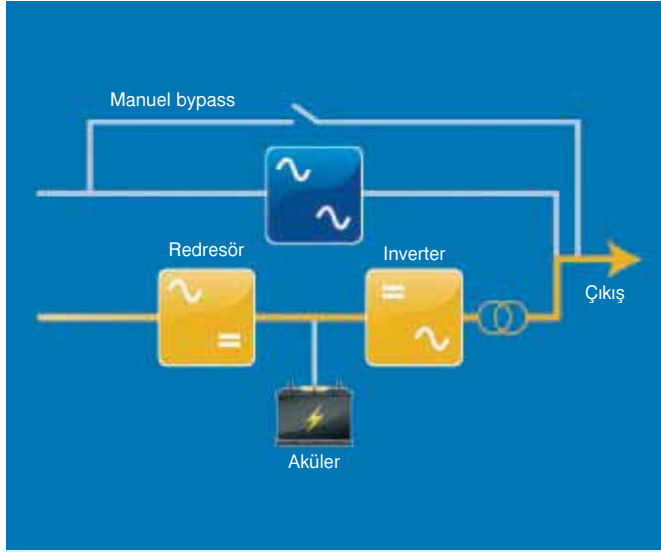
### 1. Giriş

Veri merkezleri gibi kritik öneme sahip büyük tesisatlarda çift çevrim UPS kullanımı her zaman, elektrik şebekelerindeki her türlü arıza karşısında yük için yüksek seviyede koruma sağlanmasına yönelik en iyi seçenek olarak değerlendirilmiştir. Çift çevrim UPS kullanımı, özel elektrik besleme koşullarında önde gelen çözüm olmaya devam etmektedir.

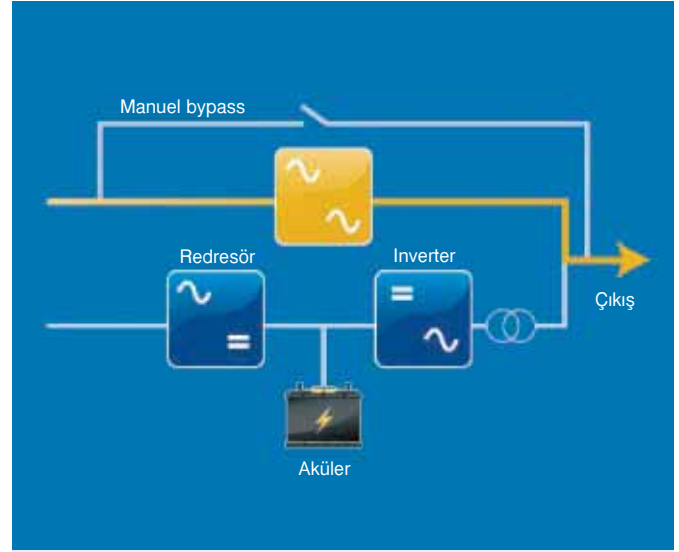
Zamanla, Sayısal Sinyal İşleme (DSP) ve patenti Chloride Masterguard'a ait olan Vektör Kontrolü teknolojileri, daha yüksek verimlilikte özel çözümlerin sağlanmasını mümkün kılmıştır. Bu çözümlerden biri, Chloride Masterguard tarafından UPS pazarına 1998 yılında sunulan akıllı çift çevrim teknolojisidir. Bu teknoloji;

ana şebeke beslemesini sürekli inceleyecek ve hangi durumda yükün doğrudan bypass hattı aracılığıyla beslenebileceğini belirleyecek şekilde tasarlanmıştır. Bu teknoloji şu anda 10 kVA - 800 kVA arasındaki ürünlerde yoğun şekilde kullanılmaktadır. Akıllı çift çevrim UPS enerji kayıplarında önemli miktarda düşüşü mümkün kılmakta, ancak bazı durumlarda hat koşulları sistemin yüksek verimlilik modunda sürekli olarak çalışması için yeterli olmamaktadır. Bu, ana şebekedeki arızalardan ve/veya yükün özelliklerinden (özellikle akımda bozulma veya değişme) kaynaklanabilmektedir. Bazı durumlarda bu, UPS'in sürekli çift çevrim, yani Maksimum Koruma modunda çalışmasına neden olmaktadır.

## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma



Şekil 1 - Çıkış trafolu çift çevrim UPS'in (VFI) tipik tek hat şeması



Şekil 2 - Öncelikli bypass hattında çalışan tek hat şeması. Inverter sürekli olarak bypass hattı ile senkronize edilir ve gerektiği her durumda sorunsuz olarak yükü almaya hazırdır.

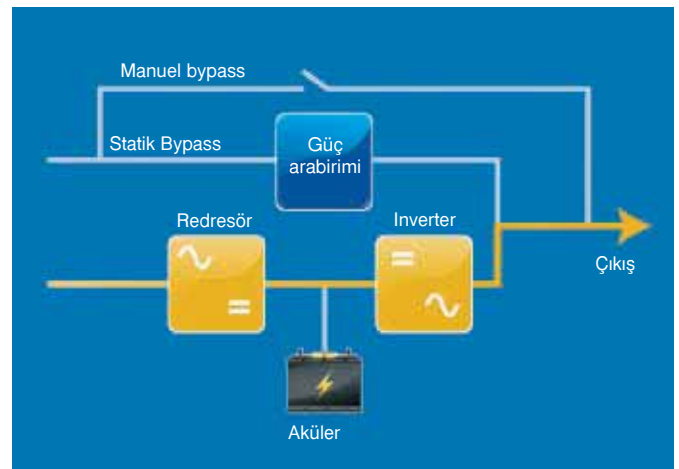
Bu konfigürasyonların uzun süre kullanılmasının ardından daha da akıllı bir çözüme ihtiyaç olduğu görülmüştür. Böyle bir sistem, her tür arıza için tek bir çözüm (çift çevrim veya akıllı çift çevrim) kullanılmasının yerine farklı türdeki arızaları birbirinden ayırt edebilecek ve arıza seviyesi ile türüne göre koşulların belirlenmesini sağlayabilecektir.

Filtrelerle, özellikle aktif filtrelerle giderilebilecek ve enerjinin çift çevrim hattından geçmesini gerekli kılmayacak belirli arızalar (düşüşler, gerilim dalgalanmaları, harmonikler ve diğerleri gibi) bulunmaktadır.

## 2. Eğer standart UPS'de zaten aktif filtre varsa ne olur?

Aktif filtre vardır. UPS line interaktif modundayken inverter boşta çalışmaktadır ve yük için acil güç sağlamaya her zaman hazırdır. Bu nedenle inverter, ana şebekeden yüke veya yükten ana şebekeye arızaları gidermek için kullanılabilir; bundan dolayı çift çevrim çözümünü kullanmaya ihtiyaç duymadan yükü ana şebekeden tamamen izole edebilir. Ana şebeke arızalarının yine de gerçekleşmesi veya istenen kompanzasyonun inverterin sağlayabileceğinden daha yüksek olması mümkündür; bu durumda UPS derhal ve sorunsuz olarak çift çevrim hattını etkinleştirecektir.

Günümüzde bu çözümler, çift çevrimli üç faz ürünlerde en yeni teknolojinin kullanılmasıyla daha da geliştirilmiştir: Trafosuz UPS (Bkz. Şekil 3). Bu UPS topolojisi artık tek bir üniteye 1200 kW güce kadar ulaşabilmekte ve en yeni kontrol teknolojileriyle birlikte, mümkün olan en üst seviyede güç koruması sağlarken pazardaki en yüksek verimliliğe ulaşabilmektedir.

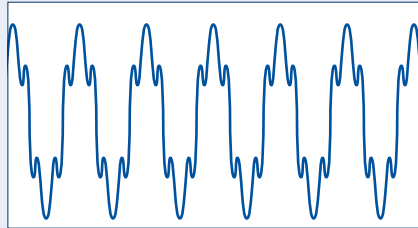


Şekil 3 - Trinergy teknolojisine sahip yeni trafosuz UPS çift çevrim modunda çalışırken.

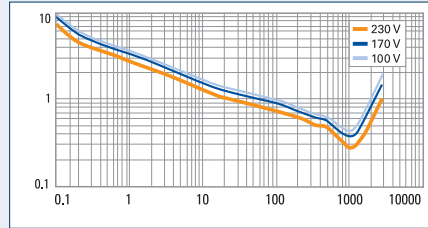
## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma

### 2.1 Tipik elektrik arızaları

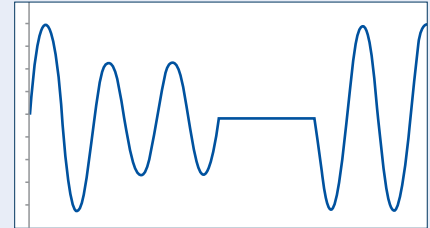
Elektrik besleme kalitesi, kısaca aşağıdaki kategorilerde özetlenebilecek çeşitli arıza tiplerine bağlıdır:



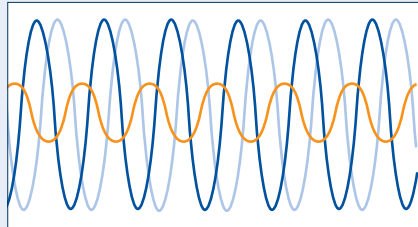
Harmonikler ve inter harmonikler



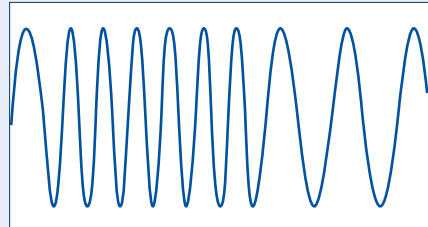
Gerilim dalgalanmaları ve titremeler



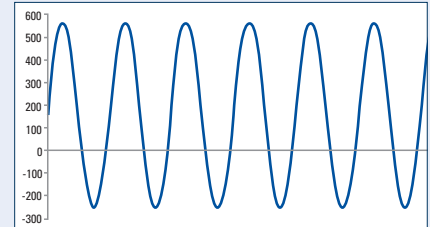
Gerilim düşüş ve kesintileri



Gerilim dengesizliği



Güç frekansında değişiklikler



DC komponentleri, işaretleme ve elektrik gürültüsü

Diğer arızalar arasında tayin edilmiş düşük frekans gerilimi ve salınımlı geçici akımlar bulunmaktadır.

### 2.2 Kullanılabilir çözümler

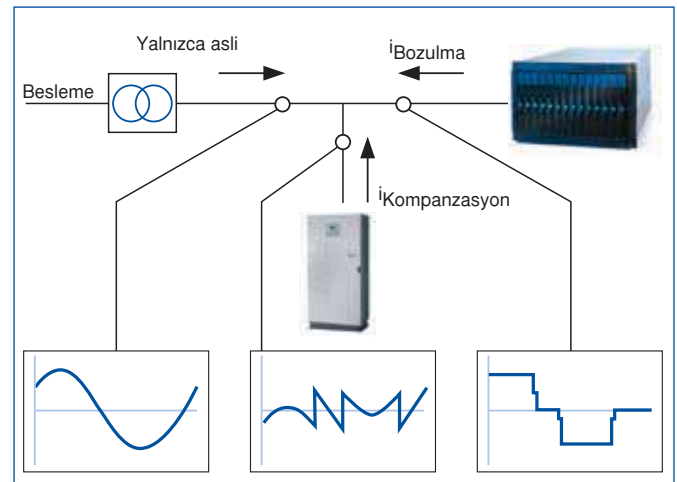
Şu anda pazarda yük için sağlanan enerjinin kalitesinin şartlarının belirlenmesi ve iyileştirilmesinde kullanılan çeşitli çözümler bulunmaktadır:

- UPS
- Aşırı Gerilim Koruyucu Sistemi (TVSS)
- Statik transfer anahtarları (STS)
- Seri aktif filtreler
- Paralel aktif filtre
- Hibrid aktif filtreler (seri ve paralel)

Aktif filtre temelli son üç çözüm tipik olarak belirli limitler dahilinde ve yüksek verimlilikle, gerilim kesintileri ve frekans değişimleri hariç her kategorideki arızaları gidermek için kullanılmaktadır.

Daha önce Bölüm 2.1'de değinilen yaygın elektrik arızaları değerlendirildiğinde, çift çevrim konfigürasyonlu UPS, bugüne kadar her türlü olası elektrik arızasını giderebilecek tek çözümdür. UPS, gerilim genişliğinde büyük dalgalanmaların yanı sıra toplam güç beslemesindeki kesintiler sırasında da yük için yüksek kalitede gerilim sağlayabilmektedir. İkincisi, batarya ya da volan gibi lokal enerji depolama cihazlarıyla elde edilebilmektedir.

Çift çevrim UPS elbette önemli bir çözümdür; ancak tek dezavantajı sürekli olarak giriş AC gücünün DC gücüne ve DC'nin çıkış AC'ye dönüştürülmesinden kaynaklanan fazla enerji tüketimidir.



Şekil 4 - Harmonikler için paralel aktif filtre, PF ve aşırı gerilim kompanzasyonu

## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma

### 2.3 Yüksek verimlilik için akıllı çift çevrim teknolojisi

Birçok durumda çift çevrim UPS ile elde edilen yüksek güç iyileştirme seviyesi, ilgili arızanın gerekli kıldığından çok daha fazladır. Bu nedenle, yalnızca ihtiyaç duyulması halinde ve ihtiyaç duyulduğunda çift çevrim modunda çalışabilen bir çözüm ideal çözüm olacaktır. Yani, tolerans dışı bir giriş gerilim dalgalanması söz konusu olduğunda çalışan bir çözümdür.

Bu, aşağıda belirtilen özelliklere sahip olan ve birincil yük kaynağı olarak otomatik bypass hattında çalışan akıllı çift çevrim UPS'dir:

1. gerektiğinde hızlı ve güvenilir bir şekilde çift çevrim veya akü beslemesine geçilebilmesini mümkün kılmak amacıyla inverterin sürekli olarak bypass hattıyla senkronize edilmesi
2. normal koşullardan sapma gösteren olası dalgalanların kontrol edilmesi amacıyla girişin sürekli izlenmesi.

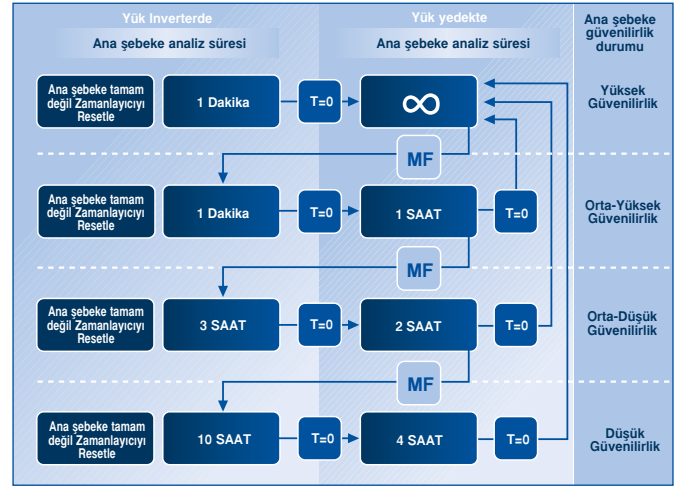
Bu çözüm çift çevrimin yalnızca gerekli olduğunda kullanılmasını sağlar ve bypass hattı aracılığıyla yalnızca küçük bir miktarda enerji dağıtarak yükü besler.

- İkinci trafonun çift çevrimde tipik verimliliği %93'tür
- Bypass hattında trafolu UPS'in tipik verimliliği %97'dir

İki hat arasında çok sık geçiş olmasının (ana şebeke tolerans dışına çıkma veya arıza durumu sonrasında) engellenmesi için, frekans ve ana şebeke sorununun süresine bağlı olarak, bypass hattına geri dönmeye izin verecek özel bir algoritma bulunmaktadır. Bu nedenle, elektrik ortamına bağlı olarak UPS, belirli bir süre için bypass hattında, kalan sürede ise çift çevrim hattında kalacaktır. Bu tür çözüme bağlı olarak söz konusu olan verimlilik ile ilgili sonuçlara dair ayrıntılı açıklamalar için "UPS Dinamik Verimlilik Optimizasyonu İçin Yeni Kontrol Teknikleri" (Zanei, 2009).<sup>2</sup>'ne bakınız.

Ana şebeke kalitesi düştüğünde çift çevrim modu ile Dijital Etkileşim Modu arasında geçişlerin çok sık gerçekleşmesinin engellenmesinde bu algoritma son derece önemlidir.

Bu, tüm Chloride Masterguard'a ait yüksek güçteki üç faz UPS'lerde (10 kVA'nın üzeri) daha yüksek verimlilik elde etmek amacıyla kullanılan standart çözümdür.



Şekil 5 - Ana şebeke kalitesine bağlı olarak UPS durumunu kontrol etmek için kullanılan algoritma.

Bu durum, UPS'in genel verimliliğinin iyileştirilmesi için iyi bir çözümdür; ancak güç arızalarına karşı korunma seviyesinin daha da iyileştirilmesinin çeşitli yolları bulunmaktadır.

- Peki elektrik ortamında ana şebeke tolerans dışı durumları çok yüksek yoğunlukta yaşadığında ne olur?
- UPS'in, alternatif olarak küçük bir filtre kullanabileceken niçin çok küçük tolerans dışı durumlarda dahi çift çevrim moduna geçmesi gerekir?
- Dijital Etkileşim Modunda doğrudan ana şebekeye bağlı olduğunda istenmeyen yüklerin etkilerini sınırlamak için (bozulma veya değişim) ne yapılabilir?

Yukarıda bahsedilen üç durumda UPS, mutlaka gerekli olmasa dahi önemli miktarda zamanı çift çevrim modunda geçirecektir. Bu, bu tür yüksek verimlilik çözümlerinde geçerli olan, ana şebeke ile yükün tamamen ayrılması şeklindeki yaklaşımdan kaynaklanmaktadır (bkz. Şekil 1).

### 2.4 Inverterin aktif filtre olarak kullanılması

Bu durumda çözüm, bypass hattı çalışırken hem paralel hem de seri aktif filtre olarak kullanılmasıdır. Bu, gerilim kesintileri ve frekans değişiklikleri hariç, yüksek verimlilik seviyesi korunurken bölüm 2.1'de görülen arıza kategorilerinin çoğunun giderilebilmesine izin verir. Arızaların giderilmesi için aktif filtrenin çift çevrim özelliğine göre daha az güç kullandığı dikkate alındığında elde edilebilir.

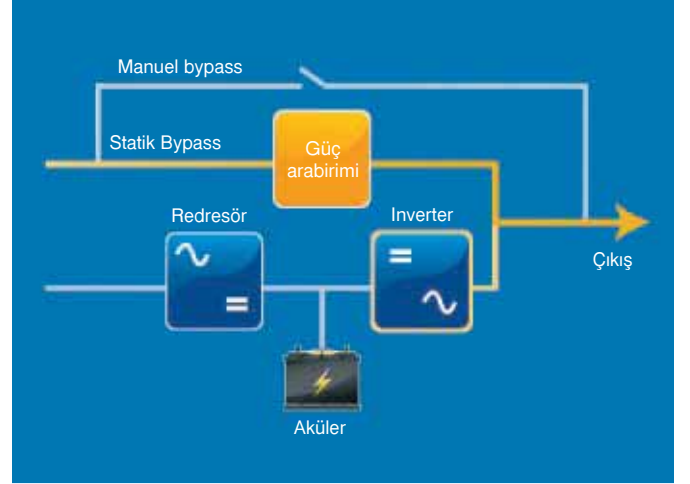
Bu durumda iyi haber, Chloride Masterguard'a ait patenti Vektör Kontrolü teknolojisi ile kontrol edilen IGBT inverterin aktif filtre olarak kullanılabilmesi sayesinde, UPS'e fazladan bir bileşen olarak aktif filtre eklemenin gerekli olmamasıdır. Yüksek verimlilik modunda çalışırken inverterin kendisi boşa olduğundan ve hem paralel hem de seri olarak kullanılabilirliğinden bu mümkündür.

## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma

**Paralel aktif filtre olarak inverter:** inverter, yükün reaktif ve harmonik içeriğini kompanse edecek akım oluşturan bir akım kontrollü jeneratör şeklinde çalışacaktır.

**Seri aktif filtre olarak inverter:** aktif filtre akımının, tolerans sınırları dahilinde kalabilmek amacıyla bypass hattı gerilimini kompanse etmeye yönelik bir şekli olacaktır. Bu, inverter tarafından oluşturulan aktif filtre akımı ile etkileşime girerek aktif gerilim için küçük bir hat empedansı eklemek şeklinde tek bir amaca yönelik bir seri endüktans ekleyerek mümkün olur. Arızaların giderilmesi için oluşturulan akımla orantılı olarak güç kayıpları, yüksek verimli bypass hattında yaşananlara göre daha fazla olacak, ancak her durumda çift çevrim modunda gerçekleşenden az olacaktır.

Bunun daha sonra aynı UPS'de en yeni trafosuz teknoloji ile birlikte kullanılması durumunda, Trinergy teknolojisine sahip bu UPS'in gerçekten sektördeki en yüksek verimliliğe sahip olduğu daha da açık hale gelir.

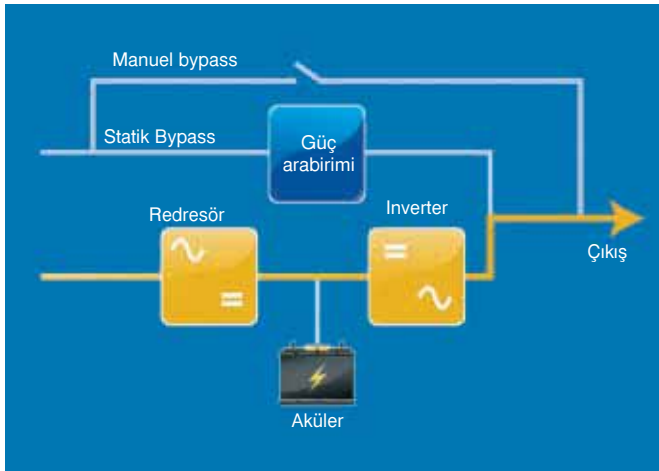


Şekil 6 - Trinergy teknolojisi. UPS, şebeke üzerindeki bazı arızaları, yükün bypass hattı aracılığıyla beslenmesi sırasında hem paralel hem de seri aktif filtre olarak konfigüre edilebilecek IGBT inverteri kullanarak otomatik olarak giderecek şekilde konfigüre edilmiştir.

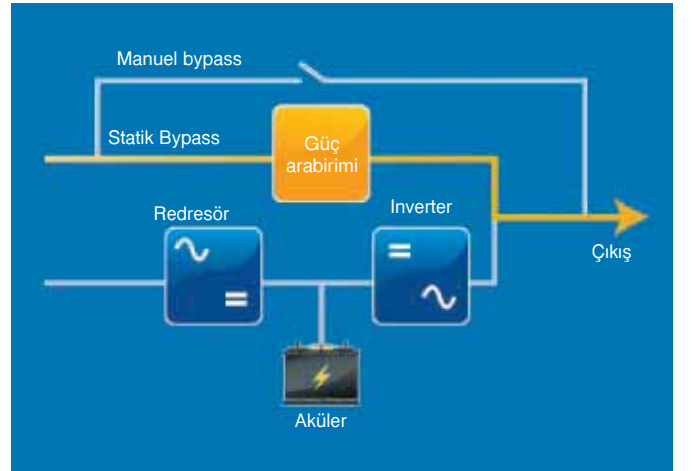
### 3. Trinergy kontrol açıklamaları

Trinergy, mevcut üç standart topolojiyi tek bir trafosuz UPS'de birleştiren devrim niteliğinde yeni bir çözümdür:

- **Maksimum Güç Kontrol modu** (IEC 62040-3 VFI): en yüksek seviyede güç iyileştirme sağlayan çift çevrim modudur. Daha fazla miktarda enerji kullanarak yükü, elektrik şebekesindeki her türlü arızaya karşı korur. En yeni trafosuz teknoloji ile tam yükte verimlilik %95'tir.
- **Maksimum Enerji Tasarruf modu** (IEC 62040-3 VFD): bu mod iyileştirme ihtiyacının bulunmadığını belirler ve enerji akışının bypass hattından geçmesini mümkün kılar. Bu durumda verimlilik %99'a ulaşır.



Şekil 7 - Trinergy teknolojisine sahip yeni trafosuz UPS çift çevrim modunda çalışırken

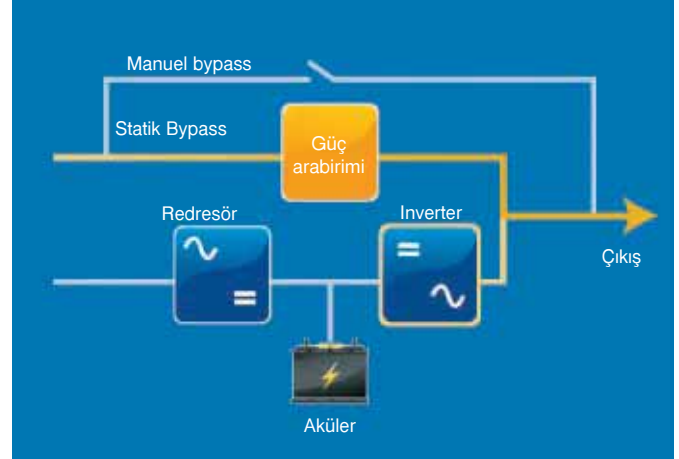


Şekil 8 - Trinergy teknolojisine sahip yeni trafosuz UPS Dijital Etkileşim Modunda çalışırken.

## UPS çalışma modları: en üst düzeyde verimlilik sağlayan yeni algoritma

- **Yüksek Verimlilik ve Güç İyileştirme modu** (IEC 62040-3 VI): yalnızca yük THDi ve PF ile önemli düşüşler ve yükselmeler gibi temel arızaları giderir. Kullanılan enerji inverterin, gereken reaktif gücün tamamını sağlayacak şekilde aktif filtre olarak kullanılmasıyla elde edilir. Tipik koşullarda bu modun verimliliği, yük tipine (örn. doğrusal olmayan, doğrusal, vs.) ve giriş ana şebeke koşullarına bağlı olarak %96 - %98 arasında olacaktır.

Trinergy tarafından sağlanan hassas kontrol, standart konfigürasyonlardan her birinin verimliliği ve etkinliği için UPS üzerindeki üç çalışma modundan birinin hızlı ve sorunsuz bir şekilde etkinleştirilebilmesini mümkün kılar. Aynı zamanda Trinergy, yük için Sınıf 1 (IEC 62040-3) UPS performans ve güç korumasını ve şebeke tarafı dağıtım için mükemmel giriş güç koşullarını (THDi < %3 ve giriş PF > 0,99) korumaya devam eder.



Şekil 9 - Aktif filtrenin ana şebeke veya yük arızalarını giderdiği hat etkileşim modunda çalışan Trinergy teknolojisine sahip yeni trafosuz UPS.

## Sonuç

Sonuç olarak UPS'de bulunan çift çevrim teknolojisinin, hemen hemen her türlü şebeke arızasının çözülmesinde son derece etkin olduğunu söyleyebiliriz. Ancak şu da bir gerçektir ki, UPS'in yüksek verimlilikte çalışabileceği sürenin azalması ve ana şebeke ile yükün istenmeyen dalgalanmalardan korunması olanaklarının sınırlı olması halinde ekonomik moda sahip yüksek verimlilikte bir UPS'in anlamı yoktur. Standart konfigürasyonların tamamını içermesi ve bunların tek bir ünite kullanılabilesini mümkün kılması UPS'i, uzun bir süre için yüksek verimlilik modunda çalışmasına izin vermektedir. Trinergy, hem yükü korumak hem de tesisatın tamamındaki yükten kaynaklanan arızaları engellemek amacıyla uygun güç kompanzasyonu seviyesini anında ve sorunsuz olarak sağlayarak bu hedefe ulaşmaktadır.

Bu da, UPS bypass hattında çalışırken inverteri seri veya paralel aktif filtre olarak düzenleyen, patenti Chloride Masterguard'a ait Vektör Kontrolü teknolojisi kullanılarak mümkün olmaktadır.

Bu nedenle tipik tesisat koşullarında (Chloride Masterguard uzaktan arıza tespit sistemi LIFE.net tarafından kaydedildiği üzere) %99<sup>3</sup> şeklindeki ideal değere son derece yakın %97,9 ortalama verimlilik elde edilmekte; bu da Trinergy'yi her bir standart konfigürasyonun verimliliğine ve etkinliğine ulaşabilirken Sınıf 1 (IEC 62040-3) UPS performans ve güç korumasını koruyabilir kılmaktadır.

# Trinergy

### Kaynakça

- (1) IEEE 1159-1995, "IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality", Haziran 1995
- (2) Zanei G., Cevenini E., Ferro A. & Rossi C.: "New Control Techniques for UPS Dynamic Efficiency Optimisation", INTELEC Korea 2009
- (3) Enerji Tasarrufu uygulama notu Chloride 2009.

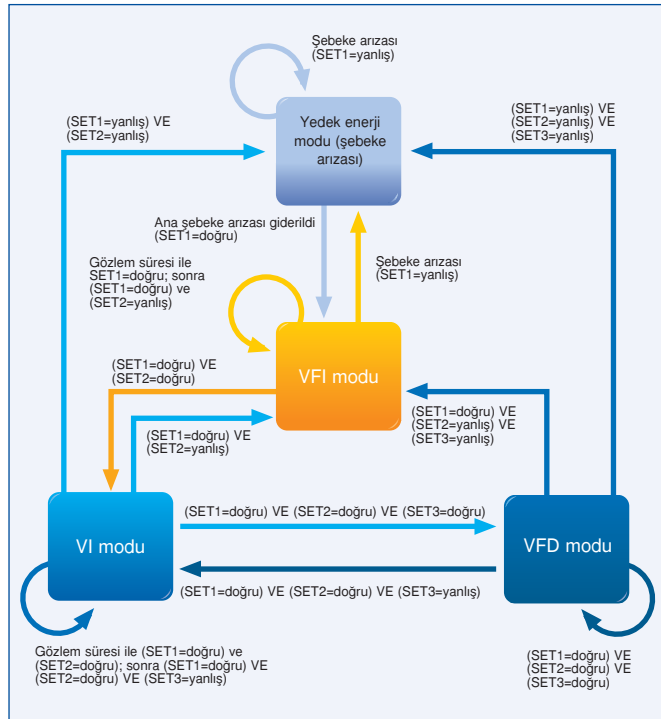
## İÇİNDEKİLER

Trinergy'nin üç farklı çalışma modunun aktifleşmesi, giriş şebekesinin koşullarıyla ve çıkış yükünün kalitesiyle ilgili temel parametrelerin gerçek zamanlı güç izlemesine dayanmaktadır. Aşağıdaki tabloda bulunan parametreler, çeşitli giriş ve çıkış

özelliklerine tepki olarak üç çalışma modundan hangisinin devreye sokulacağını belirlemek için Trinergy tarafından kullanılan yöntemi göstermektedir.

Mod	Kontrollü veriler (UPS tarafından kontrol edilen elektriksel koşullar)					UPS teknik özelliklerine göre gözlemlenen veriler (UPS bunları fonksiyon modunu belirlemek için kullanır)					Verimlilik	
	Giriş		Çıkış (yük)			Giriş aralığı		Yük aralığı				
Mod	THDi	PF	V	THDv	f(Hz)	V(v)	f(Hz)	THDi	PF	THDv		
<b>Çift çevrim VFI</b>	<%3	>0,99	400	<%2 (<%3)	50	400 +/- %20	45-65	THDi >%10, C.F. <3	Kapasitif veya endüktif PF	<%2 (<%3)	%95	SET1
<b>İnteraktif VI</b>	<%5	>0,99	400 +/- %10	<%3 (<%5)	Giriş ile aynı	400 +/- %15	50 +/- %6	THDi >%5, THDi <%10	0,9 <PF< 0,95	<%3 (<%5)	%96-98	SET2
<b>Dijital İnteraktif VFD</b>	<%5	≥0,95	400 +/- %10	<%3 (<%5)	Giriş ile aynı	400 +/- %10	50 +/- %6	THDi <%5	PF ≥ 0,95	<%3 (<%5)	%99	SET3

Tablo A - Trinergy Çalışma Modları ile verilerin kontrolü\*



Şekil B - Trinergy Durum Şeması

Yük ve şebeke ile ilgili elektriksel koşullar sürekli izlenmekte ve bu sayede, her zaman için yüke en yüksek verimlilikte en iyi güç koruması sağlanabilmektedir.

Yukarıdaki listede gözlemlenen değişkenler belirtilen aralıkların dışındaysa, UPS Şekil B'de açıklanan algoritmaya göre farklı bir fonksiyon modunu devreye sokacaktır.

Yukarıdaki tabloda gösterilen değişkenler, istek üzerine servis mühendisi tarafından özelleştirilebilir.

\*Tablodaki koşullar tamamen çıkış yüküne aittir.

Trinergy Durum Şeması (Şekil B), Trinergy'nin üç farklı çalışma modu arasında nasıl seçim yaptığını göstermektedir. UPS çift çevrim modunda çalışmaya başlar ve sadece şebeke koşullarının gözlemlenen verilerin kalitesinin yeterli ve tutarlı olduğunu göstermesi halinde VI veya VFD moduna geçer.