



sinti süresi vardır.

Line-interactive serviler ise yine önceki sistemlere benzer cihazlardır.

Çevrim içi (on-line) diye anılan, teknik adı ikili dönüşüm (double conversion) diye tanımlanan sistemler ise daha çok 3kVA ile 800 kVA arasındaki statik UPS'lerdir. Bir de piyasada pek fazla bilinmeyen dinamik güç kaynakları var. Bunlar daha çok bir motor sistemi ile birlikte çalışan, yanında bir akü grubu veya jeneratör olan ama içinde kısa sürede bir kinetik enerji deposu bulunduran ve daha çok 400 kVA güç üzerinde verimli olan sistemlerdir. Bu cihazların verimleri yüzde 97-98, statiklerde veya diğer cihazlarda yüzde 90-94 arasındadır. Bunların arzı yapma-

Güç elektroniği sektörü ve Türkiye pazarı

Levent GÜLBAHAR - İNFÖRM - Genel Müdür Yardımcısı

Kuvvetli akım devreleri içine zayıf akım devre elemanlarının katılmasıyla oluşturulan devre teknolojilerine güç elektroniği diyoruz. Bu, daha çok motor sürücülerle başlamış bir teknoloji ve şu anda oldukça geniş dallarda kullanılıyor.

Güç elektroniğinin kapsadığı cihazları üç ana kategoride ele alabiliriz. Birincisi AC-AC sistemler. Yani şebekenin AC enerjisini, yük tarafına yine AC olarak veren cihazlar. Bunlar kısaca kesintisiz güç kaynakları, voltaj regülatörleri, frekans konvertörleri, harmonik filtreler ve motor sürücüleridir.

İkinci kategori AC-DC sistemler. Bunlar şebekenin alternatif enerjisini DC'ye çeviren cihazlardır. Doğrultucular, redresör ve şarj cihazları gibi...

Üçüncüsü ise DC-AC cihazlar. Bunları kısaca evirici diyoruz.

Güç elektroniği cihazlarının dünyadaki pazarı 80-100 milyar

dolar olarak, Türkiye'de ise 350-400 milyon dolar olarak hesaplanıyor. Bunun yüzde 65'i AC-AC sistemler, AC-DC sistemler yüzde 25, DC-AC sistemler ise yüzde 10'luk bir paya sahip.

AC-AC Sistemler

AC-AC sistemleri inceleyecek olursak, bunlar içinde en önemli kalem kesintisiz güç kaynakları. Kesintisiz güç kaynakları (KGK), dört ana sistemden oluşur. Piyasada çevrim dışı (off-line) olarak anılan, teknik ifadesi (passive standby) olan sistemler. Bunlar daha çok, normalde devrede olan bir yapı değildir. Şebekeden gelen gerilimi yüke verir, şebekede kesilme ya da dalgalanma gibi bir sorun varsa, o takdirde, aküsü üzerinden almış olduğu enerjiyi AC olarak yüke aktarır, sistemin kesintisiz çalışması sağlanmaya çalışılır. Burada, rölenin geçiş süresiyle bağlantılı olarak küçük bir ke-

na süreleri ise milyon saatlerle ölçülebilmektedir. Büyük cihazlarda belki ilk yatırım bedeli yüksektir, ama uzun vadede işletme giderleri düşünüldüğünde daha ekonomik olmaktadır.

Diğer bir AC-AC sistem, voltaj regülatörleridir. Bunlar da kendi içinde iki ana gruba ayrılıyor. AVR ve SVR denilen otomatik voltaj regülatörleri. Bunların varyak ve transformatör sistemleri vardır. Girişteki dalgalanma, çıkıştaki dalgalanmayı kompanze eder. Bunların biraz daha gelişmiş teknolojileri, statik voltaj regülatörleri dir. O da tristör veya IGBT kontrollü sistemlerdir.

Piyasada çok fazla bilinmeyen ama daha çok kullanım sahası özel projelerle bilhassa hava limanları olan frekans konvertörleri vardır. Frekansları 400 Hz veya Amerikan sistemi cihazlar için 60 Hz olabilir. Bunlar güç kaynaklarına yapı olarak çok benzeyen

sistemlerdir. İçlerinde doğrultucu ve evirici blokları vardır. Sistemde by-pass yoktur. Giriş ve çıkış çalışma frekansları birbirinden farklıdır. Mesela 50 Hz'i 400 Hz'e çevirir.

Güç elektroniğinin aslında temelini teşkil eden sistemler, motor sürücülerdir demistik. Güç elektroniği buradan hareketle ortaya çıkmış. Bunlar kendi içlerinde AC ve DC motor sürücülerini olarak iki tipe ayrılıyor. Yapıları KGK'ya çok benziyor. Çıkış voltajları istenilen motor hızına göre değiştirilerek o motor hızı elde edilmeye çalışılır.

AC-DC Sistemler

AC-DC sistemler, daha çok telekom amaçlı, 24 veya 48 V DC çıkış, 15A, 30A gibi akım verebilen sistemlerdir. Bir de otomasyon uygulamalarında daha çok 12, 24, 48, 110 ve 220 V DC sistemler kullanılmaktadır. Ayrıca bildiğiniz akü şarj cihazları var. Ama bunlar piyasada çok az bir yer tutuyor.

DC-AC Sistemler

DC-AC sistemler ise daha çok 12, 24 veya 48 V DC enerjiden AC 220 V üreten cihazlardır.

Kesintisiz Güç Kaynakları Tarihçesi

Güç kaynakları tarihçesine bak-

ASIC yeni bir teknoloji. Fakat küçük adetlerde birim maliyetler çok pahalı. Şayet 50-100 bin adet kullanmayacaksanız çok fizibil olmuyor. O yüzden biz şu anda Türkiye'de en büyük firma olmamıza rağmen DSP kullanmak zorunda kalıyoruz.

tığımız zaman ilk olarak nokta temaslı diyotlarla yapılan doğrultucu ve DC motor ile AC gerilim elde edilen sistemler var. Yani evirici dediğimiz kısım aslında bir jeneratörden oluşturulmuş bir yapı. Sonuçta bir AC gerilim elde ediliyor. Güç kaynaklarında en eski teknoloji bu şekilde başlamış. Daha sonra doğrultucu ve evirici kısmında tristörlü yapı uygulanmış. Ardından tristörler yerine bipolar transistörler devreye giriyor. 1975'lerden itibaren küçük güçlü cihazlarda mosfetler ve büyük güçlü cihazlarda IGBT bloklarının kullanıldığı sistemler devreye giriyor. Şu anda yaygın uygulamalar, doğrultucu tarafında IGBT elemanlarının kulla-

ılması ve transformatörsüz güç kaynaklarının kullanılması.

Güç kaynaklarında en önemli konu, verim ve ısı. Her transformatör kendi içindeki güç kaybından dolayı hem ortamı ısıtmakta, hem de cihazın verimini düşürmekte.

Dünyadaki eğilimlere bakıldığında, şu andaki yapıda verim yüzde 94 ve üstüne çıkmış durumda. Anahtarlama frekansları ise 1kVA'dan küçük cihazlarda 1 MHz'ler düzeyinde, 3 kVA'dan küçük cihazlarda 100 kHz düzeyinde, 10-100 kVA arası cihazlarda 20kHz ve 100 kVA'dan büyük cihazlarda ise 3-8 kHz arasında.

Sargılı elemanlar olarak, şu anda bildiğimiz telin yerine amorf malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Mevcut IGBT dual yapıda 1200 V - 400 A'e kadar, tek fazda 1200 V - 1000 A'e kadar IPM olarak, 600 V, 250 A'e kadar mevcut. Bunlar şu andaki en son güç kaynakları teknolojilerinde kullanılmakta.

Güç kaynağı her ne kadar dayanım yapısından oluşsa da bunun bir de kontrol bölümü var. Burada analog devrelerle başlayan çalışmalar daha sonra mikrokontroler ve akabinde ASIC ve DSP kontrolüne doğru kaymıştır.

ASIC yeni bir teknoloji ve

EMO'nun panelinde konuşmacılar soldan sağa Ali Akurgal, Prof. Dr. Atilla Ataman, Levent Gülbahar ve A.Tarik Uzunkaya





ucuz bir maliyet. Fakat küçük adetlerde birim maliyetler çok pahalı. Şayet 50-100 bin adet kullanmayacaksanız çok fizibil olmuyor. O yüzden biz şu anda Türkiye'de en büyük firma olmamıza rağmen DSP kullanmak zorunda kalıyoruz. Çünkü hiçbir ürün maalesef 8-10 binden fazla üretilmiyor ve satılmıyor. Ancak dünya pazarı için 100 bin adet üretim yaparsanız, ASIC kullanmak çok daha ekonomik olmaktadır. Yazılım olarak fuzzy-logic diye tanımladığımız bulanık mantık uygulamaları, güç kaynaklarının son yapısında mevcut.

Niçin KKG kullanılıyor?

Herhangi bir elektrik kesintisi veya gerilim dalgalanması olduğunda üretim kayıpları çok yüksek maliyetlere ulaşabiliyor. Hem duran makinanın, hem makinayla beraber duran operasyon kayıpları. Yine özellikle banka ve finans sektörü için çok önemli olan veri kayıpları. Güvenlik kayıpları çok önemli bir neden. Çünkü kamera sistemleri veya bir hastahanedeki özel sistemlerin bir an için enerjisiz kalmaları düşünülemez bile. Özellikle makina bozulmalarına neden olan dalgalanmalar ve spayt dedğimiz aşırı sıçramalar, makinalarda aşırı etkilenmelere sebep oluyor.

Bu arada üretim prosesindeki hammadde ya da yarı mamülün bozulması da bir başka neden.

Güç kaynaklarına neden gerek duyuyoruz, bu bozulmalar, bu sorunlar neden oluyor? Bir kere kısa ve uzun süreli kesintiler, gerilim dalgalanmaları, frekanslardaki dalgalanmalar ve birçok kişinin görmezden geldiği, çok kısa süreli olduğu için çok net algılanamayan ama sisteme girdiğinde bir anda büyük cihazları çok kötü etkileyen ani gerilim sıçramaları.

Pazar 75-80 milyon dolar

Türkiye'deki güç kaynakları pazarı 75-80 milyon dolar. Bunun yüzde 20'sini on-line ve line interactive cihazlar oluşturuyor. Bu bölümün yüzde 25'i, yerli üretim. Yüzde 75'i ise ithal cihaz. Bunun en büyük nedeni Uzakdoğu'dan çok çok ucuza ürünler gelmesi. Bu ürünler ne kadar teknoloji içeriyor, ne kadar sağlam, sağlıklı, bu tarafları tartışılır. Ama şu bir gerçek, bizim burada sadece malzeme maliyetimize adam üretiyor, buraya kadar getiriyor, burada pazara sürüyor. Rakebet etme şansımız yok gibi bir şey. O yüzden burada pazar Uzakdoğu'nun eline geçmiş durumda. Şu da bir gerçek, Türkiye bunun acısını 2-3 yıl sonra çeke-

cek. Bu ürünler çöp olacak, yedek parçası bulunamayacak ve bunların hepsi hurdaya atılacak, ekonomik değerini yitirmiş olacak.

75-80 milyon dolarlık pazarın yüzde 40'ı monofaze-monofaze veya trifaze-monofaze on-line cihazlara ait. Burada yerli üretimin payı yüzde 70. Yüzde 30 dolayında ithal cihazlar giriyor.

Trifaze-trifaze cihazlarda ise pazar payı yüzde 35. Bu yüzde 35'in yüzde 45'i yerli, yüzde 35'i ithal. Yalnız buradaki ithaller Uzakdoğu kökenli değil. Daha çok Avrupa, ABD ağırlıklı. Konusunda dünya lideri firmaların cihazları bunlar. Çünkü Uzakdoğu, adetler az olduğu için 300-400 kVA'lık güçlere girmiyor.

Dinamik UPS ise Türkiye güç kaynakları pazarının yüzde 5'ine sahip ve burada hiçbir yerli üretici yok, tamamı ithal.

Dünyada her 100 PC'den 82'si güç kaynağı tarafından destekleniyor. Her 100 iş istasyonunun 75'i yine güç kaynağı tarafından destekleniyor. Her 100 nümerik tezgahın 75'i güç kaynağı tarafından besleniyor ve internet servis sağlayıcıları dünyada ortalama olarak 1000 kVA'lık sistemler kuruyor. Türkiye'de her 100 PC'den 22'si güç kaynağı tarafından destekleniyor. 78'inde koruma yok. Her 100 iş istasyonundan 25'i, her 100 nümerik tezgahın 18 tanesi destekleniyor, ki bu sanayinin çok riskli bir şekilde çalıştığını gösteriyor. İnternet servis sağlayıcılarının ortalama güç kaynağı yatırımları 150 kVA.

Türkiye'de şu anda 16 KKG firması faaliyet gösteriyor. Bunun 7'si üretici, 9'u ithalatçı. Piyasadaki 75-80 milyon dolarlık üretimin yüzde 52'si yerli, yüzde 48'i ithalatla karşılanıyor.

Tercih kriterleri

Güç kaynakları konusunda yatırım yapılırken yanlış yönlendirmeler yapılıyor. Güç kaynağı seçileceği zaman öncelikle şebekenin güç kalitesinin ve yük tipinin çok doğru analiz edilmesi lazım. Mesela ➔

AG, YG, çökme, aşma, geçiş bozma, armonik bozulma, kırpışma, frekans bozulması gibi şebeke karakteristikleri veya yük tarafında akım harmoniği, kalkış akımları, güç faktörü, pres faktörü gibi verilerin çok iyi algılanması, analiz edilmesi lazım. Bu veriler ilk kriter alınarak KGK seçiminde karar sahibi olunması gerekiyor. Daha sonra yine işletmenin yapısına, KGK ihtiyacının yapısına göre merkezi bir çözüm yapılabilir veya lokal çözümler uygulanabilir. Tabii burada merkezi çözümde yatırım maliyeti daha düşük, bakım maliyeti daha düşük, akü yükleme olanakları var ama tesisat maliyeti artıyor. Diğer tarafta, tek tek lokal çözümlerde, bakım ve yatırım maliyetleri artıyor, tesisat maliyeti azalıyor. Bu da bir tercih konusu. En uygun güç kaynağı tipinin seçilmesi çok önemli bir konu. Burada kısa devre akımı önemli bir faktör. Akım değeri, dinamik veya statik güç kaynağı seçiminde birincil veri. Çünkü statik güç kaynakları kısa devre akımının üç katını karşılayabilirken, dinamik güç kaynakları yirmi katını karşılayabiliyor.

Şebekedeki harmonik akımın ve çıkış güç kalitesinin değeri de seçilecek güç kaynağının tipinin belirlenmesinde etkin oluyor.

Üç türlü enerji depolama imkanı var. Önce akü veya jeneratör diye ikiye ayrılır. Jeneratörün 30-35 saniye rejime girme süresi olduğundan bunu kompanze etmek için bazı kinetik enerji depoları kullanılıyor. Ama bunlar tercihe bağlı olarak seçiliyor. Seçimi etkileyen tercihlerden bir başkası da güvenilirlik. Yine yük tipleri de değişebiliyor. Rezistif yükler, güç faktörü düzeltme devresi içeren yükler ve ısıtıcılarla aydınlatma armatürleridir. Endüktif yükler, sanayi tipi cihazlar, pompalar, klimalardan oluşur. Non-linear dediğimiz yükler, IP ekipmanlarıdır ve ayrıca kompozit yük dediğimiz tip cihazları MR, ultrason ve tomograflar...

Türkiye şebeke koşullarına göre KGK üretmeliyiz

Avrupa'daki şebeke şartları çok



kötü değil. Orada üretilen cihazlar, oranın şebeke yapısına uygun tasarlanmıştır. Ancak o cihazları buraya getirdiğimiz zaman, Almanya'da üretilen Mercedes arabayı Türkiye'de ara sokaklara getirip sokmuş gibi olursunuz. Türkiye şebeke şartlarına göre bir güç kaynağını burada yaratmamız şart. O yüzden artık bizlerin ithal etme ya da kopyalama değil, Türkiye şartlarına göre özgün ürün yaratma zorunluluğumuz var. Ama Ar-Ge harcamaları Türkiye'de cironun yüzde 0.5'i. Bu dünyada yüzde 1.5, Avrupa'da yüzde 4, gelişmiş ülkelerde yüzde 6. Firmalar Amerika'yı niçin yeniden keşfedeyim diye alıp kopyalıyor ya da ithalat yoluna gidiyor. Bunun nedeni, kısa yoldan para kazanma isteği. Bugün Ar-Ge

Avrupa'daki şebeke şartları çok kötü değil. Orada üretilen cihazlar, oranın şebeke yapısına uygun tasarlanmıştır. Ancak o cihazları buraya getirdiğimiz zaman, Almanya'da üretilen Mercedes arabayı Türkiye'de ara sokaklara getirip sokmuş gibi olursunuz.

personelini istihdam etmek, Ar-Ge'ye gerekli harcamaları yapmak çok zor ama bunu yapmak zorundayız.

Kullanım bilincinin yaygınlaştırılması lazım. İnsanlar neyi, hangi tip cihazı, ithali mi, yerliyi mi kullanacaklar, bunu çok iyi belirlemek, ithalatı azaltmak gerekiyor.

Kamu ihalelerinde kesinlikle yerli üretimin teşvik edilmesi gerekiyor. İhale şartnamesine bakıyoruz, bir yabancı firmanın ürünü birebir tanımlanmış. Yerli üretimin tercih edilmesi gerekiyor. Ayrıca yerli üretim, her zaman servis desteği, lojistik kolaylığı getiriyor.

İhracatı artırmamız lazım. İthalat-İhracat dengemiz çok bozuk. İhracatı artırmak için ne yapacağız? Artık emek-yoğun ihracat yapamayız. Türkiye'de emek ucuz değil, Çin'de ucuz.

Ayrıca bu cihazlar emek yoğun cihazlar değil. Bizim yüksek teknoloji cihazları burada üretmemiz ve pazarlamamız gerekiyor. Uluslararası standartlara uygun cihazlar üretmemiz gerekiyor. Kalitemizin, verimliliğimizin artması, maliyet avantajını artırmamız gerekiyor. Ar-Ge teşvikinin artırılması gerekiyor. Marka ve patent bilincinin artırılması gerekiyor.

* Bu metin, yazarın Elektrik Mühendisleri Odası'nca düzenlenen 11. Ulusal Kongre'deki "Türkiye'de Elektrik Sanayinin Durumu" konulu panelde yaptığı konuşmadan derlenmiştir.