

SÜPERİLETKEN MAGNETİK ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMİNİN (SMES) İNCELENMESİ VE TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

Şule KUŞDOĞAN Gül KURT Ayşen (BASA) ARSOY
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü
Email: s.kusdogan@superonline.com, gul_kurt70@hotmail.com, aysend@ixir.com

ABSTRACT

Superconducting Magnetic Energy Storage (SMES) is an emerging technology that is expected to provide a means of storing electrical energy for use during peak demand periods. SMES is an energy storage technology that stores energy in the form of dc electricity is the source of a dc magnetic field. SMES technology has the capability to significantly improve electrical system operations, increase reliability, ensure qualified power generation. Beyond these benefits, reduced maintenance requirements contribute to the economic justification of SMES. In our study, SMES unit for different applications will be investigated and environmental benefits, the technical and economical of SMES systems will be given.

Anahtar Kelimeler: Süperiletken Magnetik Enerji Saklanması (SMES), Enerji Depolama Sistemleri.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi, temiz, kolaylıkla yönetilebilen, güvenli ve kullanışlı olmalıdır. Güç sistemleri anlık talebe cevap verebilmelidir. Üretici, temel, orta ve pik yük talebini karşılamak zorundadır. Bu amaçla kullanılan nükleer santraller yük dalgalanmasını kolaylıkla takip edemezler. Gaz türbinlerinde ise yakıt ve regülasyon problemi vardır.

Depolama sistemleri pik yük talebinin olduğu anlarda depolanan elektrik enerjisini kullanan acil sistem teknolojileridir. Depolama sistemlerinin kullanılması ile fiyat düşürülebildiği gibi işletim esnekliği sağlanır. Ayrıca, gelecekte temel yük santralleri için ideal bir tamamlayıcıdır. Bu sistemler, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanmasında da gereklidir.

Enerji depolama sistemleri arasında SMES en önemli teknolojilerden birisidir.

2. SMES TANIMI, ÇALIŞMA PRENSİBİ VE KARAKTERİSTİKLERİ

SMES teknolojisi, prensip olarak, süperiletken bobin

içerisinde akan akım tarafından üretilen magnetik alan içerisinde depolanan enerjiye dayanır. Depolanan enerji (E), bobin endüktansına (L) ve akıma (I) bağlıdır.

$$E = (1/2) L I^2 \quad (1)$$

Bobinde depolanan enerji hemen hemen anında geri alınabilir.

Bir SMES sistemi aşağıda sunulan temel bileşenleri içerir:

- Cryostat: İçerisinde yer alan süperiletken bobin.
- Enerjiyi bobin içerisine ve dışarısına transfer edecek bir enerji dönüşüm sistemi.
- Süperiletken kritik sıcaklığının altında bir sıcaklık üretecek ve bobinden ısıyı uzaklaştıracak bir soğutma sistemi.

SMES teknik bakımdan birçok avantajlı karakteristiğe sahiptir:

- Kısa cevap zamanı (10-20 ms kadar).
- Yüksek dönüşüm verimliliği.
- Aktif ve reaktif gücü birbirinden bağımsız ayarlayabilme.
- Maksimum güç kapasitesi ve depolama kapasitesi farklı oranlarda seçilebilir (P/E oranı)
- SMES içerisinde hiçbir dönen parça yoktur (vakum ve soğutma hariç) ve uzun ömürlüdür.
- Bobinin şarj/deşarj durumu kolaylıkla belirlenir.

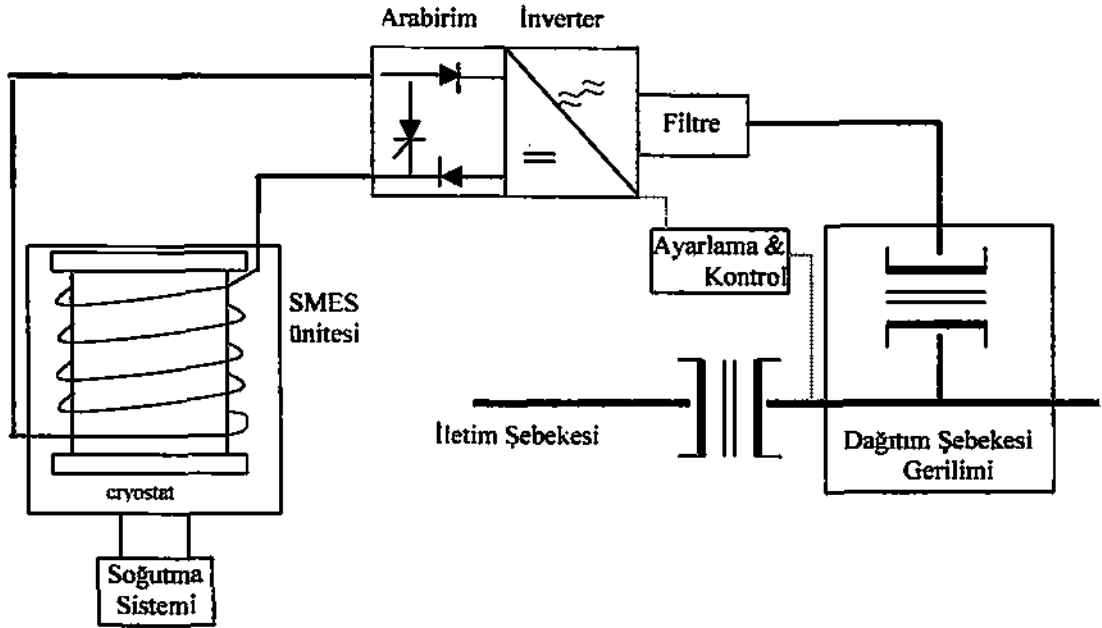
Diğer yandan bu sistemin sınırlamaları da vardır:

- İnverter geriliminin sınırlı olması.
- Soğutma sistemi için enerji talebi bobinin büyüklüğüne ve depolama kapasitesine bağlıdır. Günlük depolama kapasitenin % 1-2'si kadardır.

3. SMES UYGULAMALARI

Enterkonnekte güç sistemlerinde SMES 'in başlıca yedi farklı uygulama alanında kullanıldığı söylenebilir:

- a. Pik yüklerde SMES uygulaması: Düşük yük periyodunda fazla enerji üretimi maksimum talep zamanı için depo edilir. SMES birimi yüksek bir verimle (% 95) enerji depolayabilir ve enerji



Şekil 1. Şebekeye bağlı bir SMES ünitesinin bileşenleri

akışındaki dinamik değişim için çok kısa bir cevap zamanı sağlar. SMES enterkonnekte sistem içerisinde, bu amaç ile kullanıldığında büyük ölçekli ünitelere ihtiyaç duyulur. Bugünkü teknoloji halen gelişme içerisinde. Fakat, dağıtım seviyesinde ya da büyük endüstriyel tüketiciler için pik yükün azaltılması amacıyla kullanılabilir.

b. Yük akışı: SMES ünitesi sistemdeki yük değişimini anlık takip edebilme yeteneğine sahiptir.

Böylece konvansiyonel üretim üniteleri sabit bir çıkışta işletilmeye devam eder.

c. Sistem kararlılığı: Güç sistemleri arasındaki zayıf iletim hatları ve şebeke yapısı stabilite problemlerine neden olmaktadır. Bu problemler FACT (flexible ac transmission system- esnek ac iletim sistemi), PSS (power system stabilizör-güç sistem kararlayıcıları), HVDC (high voltage direct current-yüksek gerilim dc iletim hatları) sistemleri ile çözülebildiği gibi SMES sistemi ile de başarılabilir.

d. Frekans kontrolü: SMES 'in kullanılmakta olan bir uygulaması da birincil kontrol ve frekans kontrolüdür. Birincil kontrolün amacı kaynak ve talepteki sapmaları dengelemek ve güç santralının devre dışı kalması durumunda güç sistemine yardım etmektir. Birincil rezerv, sistem kapasitesinin % 2,5 kadardır. Birincil kontrol güç santrallerinde kapak-valf ayarlaması ile sağlanır. SMES sistemi, konvansiyonel güç santrallerinde yapılan bu ayarlama uygulaması ile karşılaştırıldığında, daha ekonomik bir uygulamadır. Ayrıca bir SMES birimi frekans kontrolünde alan

kontrol hatasını, minimuma indirgeyerek kontrolün iyileştirilmesini sağlayabilir.

e. VAR kontrol ve güç katsayısı düzeltilmesi: SMES birimi iletim sistemlerinin güç taşıma kapasitesini ve kararlılığını artırabilir.

f. İlk hareket yeteneği: Bir SMES birimi, üretim ünitesini çalıştıracak gücü, şebeke gücü olmadan sağlayabilir. Bu da sistemde bir problem olduğunda, sistem zarar görmeden üretim ünitesinin tamirine olanak sağlar.

g. Enerji yönetimi: Bir SMES birimi, büyük miktarlarda enerji depolayabildiği için enerji maliyetini düşürmek amacıyla da kullanılır.

SMES teknolojisinin faydaları ve direkt uygulamalarına ek olarak ikincil derecede faydaları aşağıdaki gibidir:

a. Gaz ve petrolün az kullanımı: Sistemse SMES birimi, daha verimli üretim birimlerle yüklenerek az verimli üretim birimleri tarafından üretilen enerjiye ihtiyaç azalır.

b. Verimi artırır ve üretim birimlerinde bakımı azaltır: SMES birimi, talepte meydana gelen dalgalanmaları ve maksimum-minimum değerler arasındaki değişimlerini emer. Verimleri ayarlandığı şekilde devam ettirebilir.

c. Hesaplanmış birim maliyetini azaltabilir.

Tablo 1. Farklı enerji depolama sistemleri ve gaz türbini için fiyat karşılaştırması

| | | Batarya | Pompa Hazneli | SMES | Gaz Türbini | |
|------------------------|----------|---------|------------------|------|-------------|-----|
| Üretim Sistemleri | Kapasite | MW | 200 | 1000 | 1000 | 200 |
| | Kapital | DM/kW | 110 | 700 | 100 | 700 |
| Depolama Sistemi | Kapasite | MWh | 1000 | 5000 | 5000 | - |
| | Kapital | DM/kWh | 340 | 60 | 280 | - |
| Sistem Kapital Masrafı | Güç | DM/kW | 1800 | 1000 | 1500 | 700 |
| | Enerji | DM/kWh | 360 | 200 | 300 | - |
| | Toplam | DM | 360 | 1000 | 1500 | 140 |
| Verimlilik | % | 70 | 75 | 95 | | |
| Elektrik Şarj Masrafı | Pf/kWh | 4 | 4 | 4 | | |
| Yakıt Masrafı | DM/GJ | - | - | - | 8 | |

d. Verim: Diğer enerji depolama sistemlerinden (bataryalar, hava kompresörleri, pompalı hazneli hidrolik santraller gibi) daha yüksek verimliliğe sahiptir. Ayrıca SMES aynı anda birkaç uygulama yapma kapasitesine de sahiptir.

4. SMES ÜNİTESİNİN EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Teknik performanstan sonra göz önünde tutulması gereken ikinci kriter ekonomidir. Değişik enerji depolama teknoloji teknolojileri ve gaz türbinlerinin elektrik üretim fiyatları bakımından bir karşılaştırılması tablo 1'de yapılmıştır.

Görüldüğü üzere pik üretim için SMES en pahalı birincil enerji kaynaklarından birisidir. Elektrik üretmesinde bugünkü teknoloji ve ekonomik yapı, büyük boyutlu SMES ünitelerini sadece daha ucuz imal edebildiğinde veya ekolojik problemlerin ve diğer sınırlamaların birincil ünitelerin, diğer depolama sistemlerinin uygulanmasında izin vermediği durumlarda cazip kılmaktadır.

SMES teknolojisi diğer üretim ve depolama kapasiteleri ile ticari yönden karşılaştırıldığında, uygun ve rekabet edebilen bir fiyata sahiptir.

5. SMES ÜNİTESİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ

Elektrik enerji depolanmasının en önemli çevresel faydası emisyonu azaltmasıdır. Elektrik enerjisinin

depolanması, üretim ile yük arasındaki bağlantının ortadan kaldırılmasına izin verir. Böylece sistemin işletim karakteristiğinin değişmesi sağlanır. Elektrik, temiz ve verimli bir şekilde depolayarak konvansiyonel üretim birimlerindeki yakıt tüketimi ve emisyon azaltılır.

SMES sisteminde enerji bir magnetik alan içerisinde depo edildiğinde, bu alanın insan sağlığına, diğer canlılara, çevreye etkisi söz konusu olabilir. Ancak olabilecek etkileri azaltmak üzere sistemde birtakım teknik önlemler alınabilmektedir. Bunun yanı sıra SMES ünitesinin yaşam bölgelerinden, iletim hatlarından ve yük merkezlerinden uzakta konumlandırılması alınabilecek diğer bir önlemdir.

6. TEKNİK VE EKONOMİK RİSKLER

SMES teknolojisi, Niob-Titanyum (Nb-Ti), Helyum (He) ve süperiletken metaller gibi pek çok değişik metale ihtiyaç duymaktadır. Kaynakların sınırlı olması ve tükenebilme ihtimali bir risktir, ilave maliyet gerektirir. Sistemin boyutları dolayısıyla test edilmesi yüksek kalite standardı ve zaman ister ve bobinin soğutma ünitesi de oldukça pahalıdır.

7. SONUÇ

SMES' in uygulama alanlarının geniş olması, ekolojik dengeye olumlu etkisi ve yüksek verimliliği göz önüne alındığında gelecekte enterkonnekte sistem içerisinde uygulama alanı bulabilecek önemli bir

enerji üretim birimi olduğu söylenebilir. Bu konuda teknik çalışmalar tüm dünyada devam etmektedir

8. KAYNAKLAR

[1] Warren Buckles, William Hassenzahl, "Superconducting Magnetic Energy Store". IEEE Power Engineering Review, May 2000, 16-20.

[2] Satish Sabharwal, "Rural Electrification Cost Including Transmission and Distribution Losses and Investments", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.5, No.3, 1990, 493-499.

[3] Philip D. Baumann, "Energy Conservation and Environmental Benefits That May be Realized from Superconducting Magnetic Energy Store", IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.7, No.2, 1992, 253-259.

[4] Jeffery Dagle, "SMES Benefit Analysis Using a Production Cost Model for Puget Sound Application", IEEE AES Systems Magazine, February 1994, 36-39.

[5] FLEISCHER T., "Technology Assessment Of Superconducting Magnetic Energy Storage", Conference of Application of Superconductivity, 1996.