

SMES ÜNİTESİNİN YÜK-FREKANS KONTROLÜNDE KULLANILMASI

Dr.Gül KURT
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
İzmit,KOCAELİ

Özet Süperiletken Magnetik Enerji Depolama (SMES) teknolojisi güç sistemlerinin performansının artırılmasında ve enerjinin kalitesinin iyileştirilmesinde hızlı hareket kabiliyeti yüksek verimliliği güvenilirliği ve düşük bakım masrafı nedeni ile önemli bir yere sahiptir. SMES güç sistemi içerisinde, pik yükün paylaşımı, frekans kontrolü ve güç sisteminin kararlı hale getirilmesi gibi görevleri yüklenmektedir. Büyük güçlerde henüz geliştirme ve test aşamasında olan sistem küçük güçlerde ekonomik olarak tatminkar olabilmekte ve dağıtım şebekelerinde uygulama olanağı bulabilmektedir. Yapılan çalışmada iki kontrol bölgeli bir güç sisteminde SMES ünitesi kullanılarak yük-frekans kontrolü gerçekleştirilmiş ve SMES'in sistem içerisinde davranışı gözlemlenmiştir. Zaman domeninde simulasyon sonuçları ile sistemin verdiği geçici cevaplar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler Güç Sistemlerinin Kontrolü, Yük-Frekans Kontrolü, Süperiletken Magnetik Enerji Depolama (SMES).

1. GİRİŞ

Güç sistemlerinde tüketici talebinin değişmesi ile öngörülemeyen değişiklikler ortaya çıkar. Aktif güç tüketimindeki bu değişim sistem frekansını etkiler. Sistem frekansındaki değişiklikleri ve bağlantı hattı gücündeki bozulmayı arzu edilen sistem frekansına ve önceden planlanan güç alış-verişi değerine ayarlamak üzere generatör ünitelerinin aktif güç çıkışını kontrol problemi yük-frekans kontrolü (LFC-Load Frequency Control) yada bölge üretim kontrolü (AGC-Area Generation Control) olarak tanımlanır. Yük-frekans kontrol çevrimi generatörün hızını ve aktif güç çıkışını ayarlar. Bu çevrim birbiriyle bağlantılı iki çevrimden oluşur(Şekil1.1).

- Birincil frekans kontrol çevrimi
- İkincil frekans kontrol çevrimi

Birincil frekans kontrol çevrimi ile; herhangi bir neden ile güç dengesinin bozulması sırasında frekans sınırlarını kabul edilebilir sınırlar içinde tutulmasını sağlayarak frekansın kararlılığı sağlanır. Her üretim biriminde yer alan hız regülatörü ile birincil frekans kontrolü gerçekleştirilir. İkincil kontrol çevrimi ile; frekansın istenilen değerine restorasyonu sağlanır. Ayrıca, seçilmiş generatörlerin aktif güç çıkışları

değiştirilerek kontrol bölgeleri arasındaki istenilen güç alışverişi elde edilir.

Güç talebindeki ani değişiklik; generator rotorunun kinetik enerjisine ilave olarak, hızlı hareket kabiliyeti olan SMES ünitesinin enerji depolama kapasitesi kullanılarak etkili olarak azaltılabilir.

2. SMES ÜNİTELİ BİR GÜÇ SİSTEMİNİN YÜK-FREKANS KONTROLÜNE UYGUN MATEMATİKSEL MODELİ

İki bölgeli bir güç sisteminin LFC için bilgisayar simulasyonuna uygun modeli Şekil 1'de sunulmuştur. Modelde sunulan güç sistemi, lineer bir sistemdir ve aşağıdaki lineer diferansiyel eşitlik ile tanımlanabilir.

$$\underline{X} = [A]\underline{X} + [B]\underline{U} + [\Gamma]\underline{P} \quad (1)$$

burada \underline{X} , \underline{U} ve \underline{P} : durum, kontrol ve bozulma vektörleridir. $[A]$, $[B]$ ve $[\Gamma]$ ise sistemle ilgili sabit matrislerdir.

U_{S1} ve U_{S2} integral kontrolörün giriş değerleridir. Kontrol sinyali ifadesi;

$$U_{Si}(t) = -K_{1i} \int_0^t ACE_i dt \quad (2)$$

şeklinde. Burada K_{1i} : i. Bölge integral kontrolörüne ait kazanç değeridir. ACE ise bölge kontrol hatası olarak ifade edilir ve aşağıdaki eşitlik ile tanımlanır.

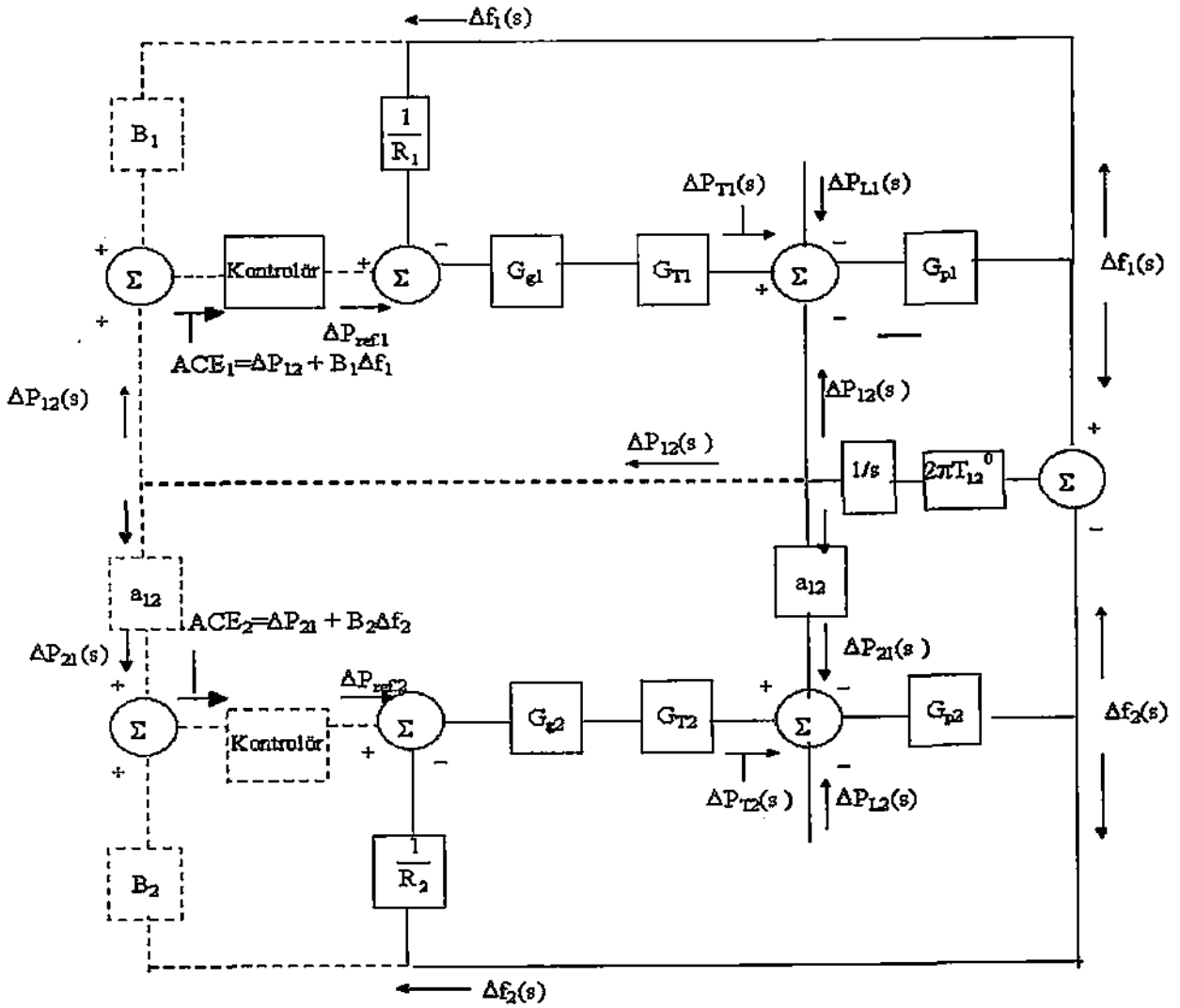
$$ACE_i = B_i \Delta f_i + \Delta P_{ij} \quad (3)$$

Δf_i : i. bölge için frekans bozulması

ΔP_{ij} : i ve j bölgeleri arasındaki bağlantı hattı güç akışındaki değişim

B_i : i. Bölge için frekans yönelim faktörü

Yükün bozulması ile birlikte SMES ünitesinin gücü şarj yada deşarj etmesiyle, ikincil kontrol yük değişimini oldukça azalmış olarak algılayacaktır.



Şekil 2. İki bölgeyi bir güç sistemi için yük-frekans kontrol çevrimi.

Bu durumda ;

$$U_{Si}(t) = -K_{i1} \int_0^t ACE_{i(\text{değişmiş})} dt \quad (2)$$

$$ACE_{i(\text{değişmiş})} = B_i \Delta f_i + \Delta P_{ij} \quad (3)$$

$$= ACE_i + \Delta P_{SMi}$$

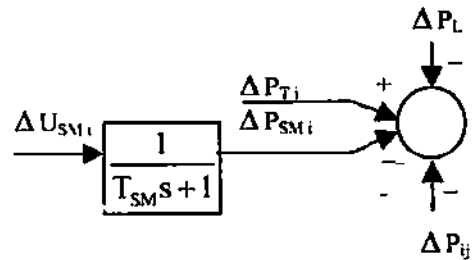
Burada, ΔP_{SMi} ; i. bölge için SMES ünitesindeki güç değişimidir.

Şekil 2'de U_{SMi} ; SMES ünitesi için kontrol sinyali olmak üzere,

$$\Delta P_{SMi} = -k_{SM} \left(\frac{1}{1 + sT_{SM}} \right) U_{SMi} \quad (4)$$

dir. U_{SMi} ; Δf_i olarak alınmıştır.

T_{SM} ; SMES ünitesini temsil eden zaman sabitidir (Şekil 2)



Şekil 2. SMES ünitesinin güç sistemi içerisinde ifadesi

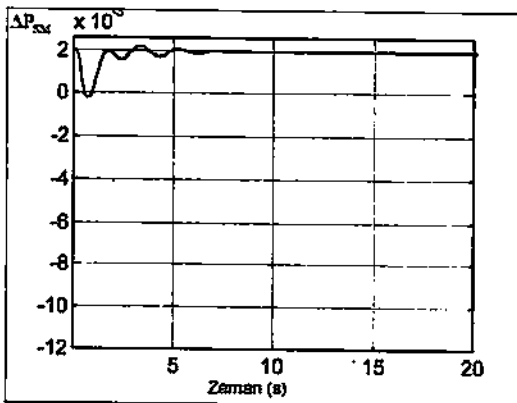
3. SİMULASYON ÇALIŞMASI VE SONUÇLARI

Şekil 1 'de sunulan modele SMES ünitesinin matematiksel modelinin ilavesiyle elde model üzerinde yapılacak çalışma için sistem parametreleri Tablo 1 'de verilmiştir.

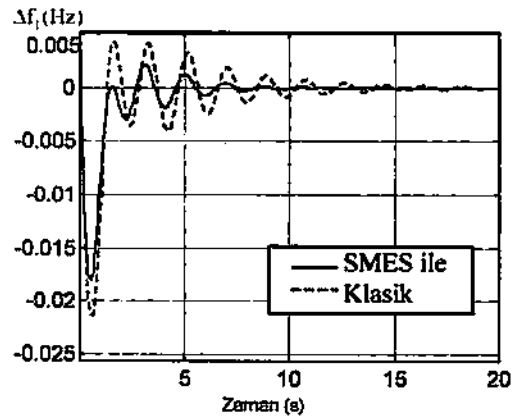
Tablo 1

$f = 60$ Hz
$P_{Y1} = P_{Y2} = 2000$ MW
$P_{L1} = P_{L2} = 1000$ MW
$\Delta P_{L1} = 0.01$ p.u MW
$P_{\text{ünl2,max}} = 200$ MW
$H_1 = H_2 = 5.0$ s
$X_p = \% 4$
$\delta_{12} = 45^\circ$
$T_{g1} = T_{g2} = 0.08$ s
$T_{11} = T_{12} = 0.3$ s
$R_1 = R_2 = 2.4$ Hz/p.u MW
$D_1 = D_2 = 8.33 \cdot 10^{-3}$ p.u MW / Hz
$T_{p1} = T_{p2} = 20$ s
$K_{p1} = K_{p2} = 120$ Hz / p.u MW
$\beta_1 = \beta_2 = 0.425$ p.u MW / Hz
$\beta_1 = B_1 = 0.425$
$\beta_2 = B_2 = 0.425$
$T_{12} = 0.086$
$\Delta P_{L1} = 0.01$ p.u
$K_{SM} = 0.12$
$T_{SM} = 0.03$ s
PI kontrolör parametreleri
$K_p = 0.001$
$K_I = 0.75$

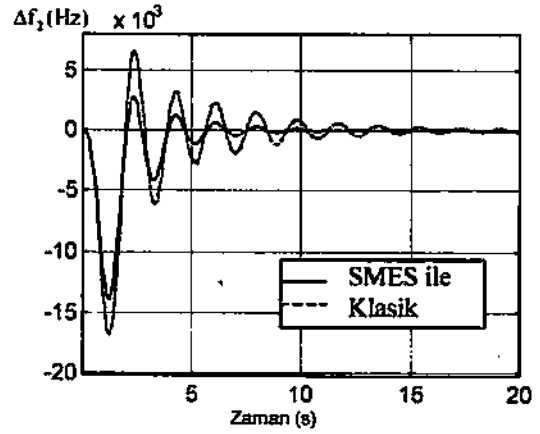
Şekil 3.(a)' da da görüldüğü üzere SMES ünitesi yük değişiminin etkisini azaltacak yönde çalışmaktadır. Böylece SMES ünitesinin yük-frekans kontrolüne etkisi ortaya çıkacaktır. Şekil 3 (b),(c) ve (d) 'de görüldüğü üzere SMES ünitesi yük-frekans kontrolü amacı ile kullanıldığında 1.bölge ve 2.bölge frekansı %30, bağlantı hattı güç alışverişi ise %20 kadar azaltılabilmektedir. Ayrıca sistemin oturma zamanı da oldukça kısalmaktadır.



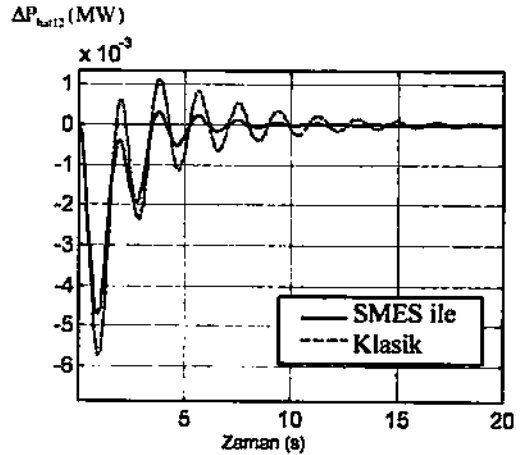
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3. İki bölge bir güç sisteminde 1.kontrol bölgesinde $\Delta P_{L1} = 0.01$ p.u bir yük değişimi için SMES kullanılarak yük-frekans kontrolünün gerçekleştirilmesi durumunda ;
(a) ΔP_{SVL} ; (b) Δf_1 ; (c) Δf_2 ; (d) $\Delta P_{\text{hat } 12}$ değişimleri.

4. SONUÇ

Bu makalede yeni bir teknoloji olan SMES ünitesinin, yük -frekans kontrolünde uygulanması ve sistem içerisinde davranışı incelenmiştir. SMES ünitesinin, sistemdeki yük değişiminin etkisini azaltarak, yük-frekans kontrolüne yardım ettiği gözlemlenmiştir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Tripathy S.C.,Juengst K.P."Sampled Data Automatic Generation Control with Superconducting Magnetik Energy Storage in Power System"IEEE Trans. On Energy Conv. Vol.12, No.2, 1992.
- [2] Banerjee S.,"Application of Magnetic Energy Storage Unit as Load-Frequency Stabilizer" IEEE Trans. On Energy Conv. Vol.5, No.1, 1990.
- [3] Tripathy S.C.,Balasubramanian R. "Adaptive Automatic Generation Control with Superconducting Magnetik Energy Storage in Power System"IEEE Trans. On Energy Conv. Vol.7, No.5, 1992.
- [4] Mitani Y.,Tsuji K...Murakami Y.,"Application of Superconducting Magnetik Energy Storage to Improve Power System Dynamic Performance" IEEE Trans. On Power System, Vol.3, No.4, 1989.