

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HİBRİT AC-DC MİKRO ŞEBEKELER İÇİN
DOĞRUSAL OLMAYAN KONTROL TASARIMI

Hazırlayan
Nelson Luis, MANUEL

Danışman
Prof. Dr., Nihat, İNANÇ

Mayıs-2021
KIRIKKALE

İçindekiler

1	Problem tanımı	1
2	Literatür inceleme	3
3	Amaç ve Önem	4
3.1	Amaç	4
3.2	Önem	4
4	Kapsam	5
5	Çalışma Yöntemi ve Planı	5
6	Beklenen sonuçlar	5
	Kaynaklar	8

1 Problem tanımı

Fosil yakıtların çevre üzerindeki olumsuz etkilerine ilişkin artan endişe ve enerji talebindeki artışla birlikte, enerjinin alternatif kaynaklarından sağlanması elzem hale gelmiştir [1, 2]. Bu soruna çekici bir çözüm olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtık üretim olarak entegrasyonu önerilmiştir [3]. Mikro şebeke, iki modda (izole mod veya şebekeye bağlı mod) çalışabilen, dağıtılmış enerji kaynakları, yükler ve enerji depolama cihazlarından oluşan yerel bir grup olarak tanımlanır [1, 4]. Mikro şebekelerin geleneksel güç sistemlerine dahil edilmesi, kontrolün karmaşıklığını artırır [2].

Yapı açısından, mikro şebekeler AC mikro şebeke, DC mikro şebeke ve hibrit mikro şebeke olarak sınıflandırılabilir [3]. AC mikro şebekeleri, ana şebeke ile arayüz kolaylığı nedeniyle kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. AC mikro şebekelere kıyasla DC mikro şebekeler, dağıtılmış yenilenebilir enerji kaynaklarıyla daha iyi uyumluluğa, daha yüksek verimliliğe, daha fazla sistem güvenilirliğine ve kontrol kolaylığına sahiptir [5, 6].

Güç elektroniğindeki gelişmeler ve DC mikro şebekelerinin AC mikro şebekelerine göre sunduğu avantajlar nedeniyle, DC mikro şebekeler üzerine araştırmalara ilgi artmıştır. Hibrit AC-DC mikro şebekeler, AC ve DC mikro şebekelerin faydalarını birleştirmeyi amaçlayan optimal bir yaklaşım olarak görülmektedir [3].

Hibrit AC-DC mikro şebekeleri, geleneksel güç sistemine akıllı mikro şebekelerin dahil edilmesi için iyi bir çözüm olmasına rağmen, hibrit AC-DC sistemlerinin geliştirilmesi ile ilgili yeterli kaynak bulunmamakla birlikte, mevcut literatürün çoğu genellikle AC ve DC mikro şebekelerini ayrı ayrı analiz etmektedir [3, 7]. Bu nedenle, hibrit AC-DC mikro şebekeleri üzerinde daha ayrıntılı analizlere ihtiyaç vardır. Hibrit AC-DC sistemlerinin kontrol stratejileri çeşitli ilgi değişkenlerini karşılamalıdır: dağıtılmış jeneratörler ve depolama sistemleri arasında doğru güç paylaşımı, her iki çalışma modunda voltaj ve frekans stabilizasyonu garanti etme, izole mod algılama, ana şebeke ve mikro şebeke arasında optimum güç değişimi, vb.

Kontrolün tasarımını kolaylaştırmak için, mikro şebeke modeli, sinyalin küçük varyasyonunu varsayarak ve bu nedenle doğrusal sistem teorisinin kul-

lanımına izin vererek, genellikle istenen bir çalışma noktası etrafında doğrusallaştırılır [2]. Ancak sistemin doğrusal olmayan yapısı nedeniyle, sistem değişkenlerinin her zaman istenen çalışma noktası civarında kalmama olasılığı vardır. Bu nedenle, doğrusal olmayan bir kontrol tasarımı, mikro şebekenin doğrusal olmayanlıklarına yanıt verebilmesi için daha uygundur [2].

2 Literatür inceleme

Mikro şebeke kavramı ilk olarak geleneksel sisteme dağıtılmış enerji kaynakları, depolama birimleri ve kontrol edilebilir yükler dahil edildiğinde güvenilirliği sağlamak için bir çözüm olarak tanıtıldı [8–10]. Genel olarak, mikro şebeke kontrol stratejileri üç seviyeye ayrılabilir: birincil (veya yerel) kontrol, ikincil (veya güç yönetimi) kontrol ve üçüncül (veya optimizasyon) kontrol [2, 8].

Hibrit AC-DC mikro şebekelerinin topolojileri [11–14] 'de sunulmuştur. AC, DC ve AC-DC mikro şebekeleri için güç yönetimi stratejilerinin yanı sıra kontrole genel bir bakış, kararlı durum ve geçici koşullar altında [15] 'te sunulmuştur. Hibrit mikro şebeke için otonom kontrol [14, 16, 17] 'te önerilmektedir. Hibrit AC-DC mikro şebekelerde darbeli yükün etkilerinden kaçınmak için [18] 'da hibrit depolama sistemi kullanan gerçek zamanlı bir enerji yönetimi algoritması önerilmiştir.

[19] 'de, AC ve DC baraları arasındaki paralel dönüştürücü arayüzlerinin hiyerarşik kontrolü, hibrit mikro şebeke için uygulanmıştır. Rüzgar ve güneş enerjisi kaynaklarına sahip özerk bir hibrit mikro şebeke, bir dizel jeneratör ve akıllı bir güç kontrolörü [20] 'de sunulmuştur.

[21] 'da, çok düzeyli dönüştürücülerle izole edilmiş bir hibrit mikro şebeke için koordineli bir kontrol yöntemi önerilmiştir. Alternatif kaynakların kullanımını en üst düzeye çıkarmak, dizel jeneratörün kullanımını azaltmak, depolama birimlerinin ömrünü uzatmak ve AC ve DC alt şebekeleri arasındaki ara bağlantı dönüştürücüsünün kullanımını sınırlamak amacıyla hibrit bir AC-DC mikro şebeke için optimizasyona dayalı bir denetim kontrolü, [22] 'de önerilmiştir.

3 Amaç ve Önem

3.1 Amaç

Ana amaç olarak, hibrit AC-DC mikro şebeke için doğrusal olmayan bir kontrol tasarlamak amaçlanmaktadır. Yukarıda belirtilen amaca ulaşmak için, bazı alt amaçlar ele alınacaktır:

- Mikro şebeke bileşenleri tanımlanacak ve modelleneyecektir;
- AC mikro şebekelerde kullanılan kontrol teknikleri analiz edilecektir;
- DC mikro şebekelerde kullanılan kontrol teknikleri analiz edilecektir;
- AC-DC mikro şebeke topolojileri incelenecektir;
- AC-DC mikro şebekelerde kullanılan kontrol teknikleri analiz edilecektir.

3.2 Önem

Önceki bölümlerde açıklandığı gibi, hibrit mikro şebekeler, sistemin karmaşıklığını artırmasına rağmen, AC ve DC mikro şebekelerin avantajlarını birleştirir. [3] ve [7]'te belirtildiği gibi, AC mikro şebekeler veya DC mikro şebekeler ile ilgili ayrı ayrı birçok kaynak vardır. Bu çalışma ile literatürde bulunan hibrit mikro şebekelerin çeşitli kontrol tekniklerinin sistematik olarak toplanması ve analiz edilmesi yoluyla katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Genel olarak, mikro şebekeler için uygulanan kontrol teknikleri, sistemin bir işletim bölgesi etrafında doğrusallaştırılmasına dayanır. Bununla birlikte, mikro şebekelerin doğrusal olmayan doğası nedeniyle, sistem durumlarının işletim bölgesinden önemli ölçüde çıkma olasılığı vardır ve sistemi tekrar kararlılığa getirmek için kontrol yasasının yeniden kalibre edilmesi gerekebilir [2]. İkinci bir katkı olarak, bir hibrit mikro şebeke için doğrusal olmayan bir kontrol önermesi amaçlanmıştır.

4 Kapsam

Bu tez önerisi, ana odak noktası olarak AC-DC hibrit mikro şebekelere uygulanan kontrol tekniklerinin analizidir.

5 Çalışma Yöntemi ve Planı

Belirlenen hedeflere ulaşmak için daha derinlemesine bir literatür çalışması yapılacaktır. Mikro şebeke için doğrusal olmayan bir kontrol elde etmek amacıyla, doğrusal olmayan sistemler kontrol ve analiz teknikleri incelenecektir. Elde edilecek sonuçların doğrulanması için diğerlerinin yanı sıra Matlab-Simulink, Power World gibi yazılımlar kullanılarak simülasyonlar yapılacaktır.

6 Beklenen sonuçlar

Bu çalışmanın tamamlanması ile aşağıdaki sonuçların elde edilmesi beklenmektedir:

- Hibrit AC-DC mikro şebeke için doğrusal olmayan bir kontrol önerilecektir;
- Gelecekteki araştırmacılar için çok önemli olabilecek çeşitli hibrit mikro şebeke kontrol stratejileri tek bir çalışmada bir araya getirilecektir;
- Bazı araştırmacıları doğrusal olmayan kontrol tekniklerini kullanmaya motive edebilecektir.

Kaynaklar

- [1] Z. Chen, K. Wang, Z. Li, and T. Zheng, “A review on control strategies of ac/dc micro grid,” in *2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe)*, pp. 1–6, IEEE, 2017.
- [2] R. Sabzehgar, “A review of ac/dc microgrid-developments, technologies, and challenges,” in *2015 IEEE green energy and systems conference (IGESC)*, pp. 11–17, IEEE, 2015.
- [3] E. Unamuno and J. A. Barrena, “Hybrid ac/dc microgrids—part ii: Review and classification of control strategies,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 52, pp. 1123–1134, 2015.
- [4] A. Gupta, S. Doolla, and K. Chatterjee, “Hybrid ac–dc microgrid: systematic evaluation of control strategies,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 9, no. 4, pp. 3830–3843, 2017.
- [5] S. Beheshtaein, R. M. Cuzner, M. Forouzesh, M. Savaghebi, and J. M. Guerrero, “Dc microgrid protection: A comprehensive review,” *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 2019.
- [6] S. Dahale, A. Das, N. M. Pindoriya, and S. Rajendran, “An overview of dc-dc converter topologies and controls in dc microgrid,” in *2017 7th International Conference on Power Systems (ICPS)*, pp. 410–415, IEEE, 2017.
- [7] S. K. Sahoo, A. K. Sinha, and N. Kishore, “Control techniques in ac, dc, and hybrid ac–dc microgrid: a review,” *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, vol. 6, no. 2, pp. 738–759, 2017.
- [8] D. E. Olivares, A. Mehrizi-Sani, A. H. Etemadi, C. A. Cañizares, R. Iravani, M. Kazerani, A. H. Hajimiragha, O. Gomis-Bellmunt, M. Saeedifard, R. Palma-Behnke, *et al.*, “Trends in microgrid control,” *IEEE Transactions on smart grid*, vol. 5, no. 4, pp. 1905–1919, 2014.
- [9] R. H. Lasseter, “Microgrids,” in *2002 IEEE Power Engineering Society Winter Meeting. Conference Proceedings (Cat. No. 02CH37309)*, vol. 1, pp. 305–308, IEEE, 2002.

- [10] B. Lasseter, "Microgrids [distributed power generation]," in *2001 IEEE power engineering society winter meeting. Conference proceedings (Cat. No. 01CH37194)*, vol. 1, pp. 146–149, IEEE, 2001.
- [11] X. Liu, P. Wang, and P. C. Loh, "A hybrid ac/dc microgrid and its coordination control," *IEEE Transactions on smart grid*, vol. 2, no. 2, pp. 278–286, 2011.
- [12] N. Eghtedarpour and E. Farjah, "Power control and management in a hybrid ac/dc microgrid," *IEEE transactions on smart grid*, vol. 5, no. 3, pp. 1494–1505, 2014.
- [13] P. C. Loh, D. Li, Y. K. Chai, and F. Blaabjerg, "Hybrid ac–dc microgrids with energy storages and progressive energy flow tuning," *IEEE transactions on power electronics*, vol. 28, no. 4, pp. 1533–1543, 2012.
- [14] P. C. Loh, D. Li, Y. K. Chai, and F. Blaabjerg, "Autonomous operation of hybrid microgrid with ac and dc subgrids," *IEEE transactions on power electronics*, vol. 28, no. 5, pp. 2214–2223, 2012.
- [15] F. Nejabatkhah and Y. W. Li, "Overview of power management strategies of hybrid ac/dc microgrid," *IEEE Transactions on power electronics*, vol. 30, no. 12, pp. 7072–7089, 2014.
- [16] C. Jin, P. C. Loh, P. Wang, Y. Mi, and F. Blaabjerg, "Autonomous operation of hybrid ac-dc microgrids," in *2010 IEEE international conference on sustainable energy technologies (ICSET)*, pp. 1–7, IEEE, 2010.
- [17] P. C. Loh, D. Li, Y. K. Chai, and F. Blaabjerg, "Autonomous operation of hybrid ac-dc microgrids with progressive energy flow tuning," in *2012 Twenty-Seventh Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, pp. 1056–1060, IEEE, 2012.
- [18] A. Mohamed, V. Salehi, and O. Mohammed, "Real-time energy management algorithm for mitigation of pulse loads in hybrid microgrids," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 3, no. 4, pp. 1911–1922, 2012.
- [19] X. Lu, J. M. Guerrero, K. Sun, J. C. Vasquez, R. Teodorescu, and L. Huang, "Hierarchical control of parallel ac-dc converter interfaces for hybrid microgrids," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 5, no. 2, pp. 683–692, 2013.

- [20] W.-M. Lin, C.-M. Hong, and C.-H. Chen, “Neural-network-based mppt control of a stand-alone hybrid power generation system,” *IEEE transactions on power electronics*, vol. 26, no. 12, pp. 3571–3581, 2011.
- [21] M. Hamzeh, A. Ghazanfari, H. Mokhtari, and H. Karimi, “Integrating hybrid power source into an islanded mv microgrid using chb multilevel inverter under unbalanced and nonlinear load conditions,” *IEEE Transactions on energy Conversion*, vol. 28, no. 3, pp. 643–651, 2013.
- [22] M. Hosseinzadeh and F. R. Salmasi, “Robust optimal power management system for a hybrid ac/dc micro-grid,” *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, vol. 6, no. 3, pp. 675–687, 2015.