AKÜ ŞARJ UYGULAMALARI İÇİN PI DENETİMLİ İDEAL OLMAYAN ÇİFT YÖNLÜ DOĞRU AKIM DÖNÜŞTÜRÜCÜ TASARIMI

Hilmi Karcı*
Ahmet Gani**

Özet

Bu çalışmada, akü şarj uygulamalarında kullanılan çift yönlü doğru akım dönüştürücünün azaltan çalışmasındaki performansı, oransal-integral (PI) denetleyici ile incelenmiştir. Elektrikli araçlar ve yenilenebilir enerji sistemlerinde kullanılan çift yönlü doğru akım dönüştürücüler, enerji akışının iki yönlü denetimini sağlayarak akü şarj ve deşarj süreçlerinde yüksek esneklik ve başarım sunmaktadır. Özellikle azaltan çalışmada gerçekleştirilen akü şarj işlemi, akü ömrünün korunması, aşırı akımın sınırlandırılması ve çıkış geriliminin hassas bir şekilde düzenlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsamda, çift yönlü doğru akım dönüştürücünün azaltan çalışmadaki ideal olmayan devre modeli elde edilmiştir. PI denetleyici, ideal olmayan çift yönlü dönüştürücü devre modeli için kalıcı durum hatasını ortadan kaldırmak ve referans gerilim ile akü akımının hassas takibini sağlamak amacıyla tercih edilmiştir. Ayrıca, çift yönlü doğru akım dönüştürücünün ideal olmayan devre modeli kullanılarak Matlab/Simulink benzetim ortamında daha gerçekçi bir analiz gerçekleştirilmiştir. Benzetim çalışması sonuçları akü şarj sürecinde PI denetleyicinin kısa yerleşme süresi ve kararlı sistem cevabı ile hem gerilim hem de akım düzenlemesini başarıyla gerçekleştirdiğini göstermiştir. Kısa yerleşme süresi ve yüksek kararlılık özellikleri, önerilen PI denetim yönteminin akü şarj sürecinde etkin ve güvenilir bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır. Benzetim çalışmasından elde edilen bulgular, çift yönlü doğru akım dönüştürücüler için PI denetleyicinin tasarım kolaylığı, uygulanabilirliği ve yeterli performansı ile öne çıkan bir denetim yapısı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çift Yönlü Doğru Akım Dönüştürücü, Akü Şarj, PI Denetim, İdeal olmayan model

* Yüksek Lisans Öğrencisi, Kayseri Üniversitesi, hilmi.ka3@gmail.com
** Doç. Dr., Kayseri Üniversitesi, ahmetgani@kayseri.edu.tr

DESIGN OF A PI-CONTROLLED NON-IDEAL BIDIRECTIONAL DC-DC CONVERTER FOR BATTERY CHARGING APPLICATIONS

Abstract

In this study, the performance of a bidirectional DC-DC converter used in battery charging applications under buck mode operation is examined using a proportional-integral (PI) controller. Bidirectional DC-DC converters, widely used in electric vehicles and renewable energy systems, provide high flexibility and performance in battery charging and discharging processes by enabling bidirectional control of energy flow. The battery charging process carried out in buck mode is particularly critical in terms of preserving battery life, limiting overcurrent, and precisely regulating the output voltage.Within this scope, a non-ideal circuit model of the bidirectional DC-DC converter operating in buck mode is derived. The PI controller is preferred to eliminate steady-state error and to ensure accurate tracking of the reference voltage and battery current for the non-ideal bidirectional converter model. In addition, a more realistic analysis is conducted in the Matlab/Simulink simulation environment using the non-ideal circuit model of the bidirectional DC-DC converter.The simulation results demonstrate that the PI controller successfully achieves both voltage and current regulation during the battery charging process, with a short settling time and a stable system response. These characteristics indicate that the proposed PI control method provides an effective and reliable solution for battery charging applications. The findings obtained from the simulation study show that the PI controller stands out as a control structure due to its ease of design, practicality, and adequate performance for bidirectional DC-DC converters.

Keywords: Bidirectional DC-DC Converter, Battery Charging, PI Control, Non-ideal Model