



Proje Yürütücüsü

Ozan GÜLBUDAK

Proje Başlığı

ELEKTRİKLİ OTOMOBİL VE TREN UYGULAMALARI İÇİN ÇİFT ÇIKIŞLI İNVERTER PROTOTİP TASARIMI (TÜBİTAK 1001)

Project Title

DUAL-OUTPUT INVERTER PROTOTYPE DESIGN FOR ELECTRIC CARS AND TRAINS (TÜBİTAK 1001)

Proje Özeti

Endüksiyon motorlar, elektrik enerjisine bağlı itme sistemlerinde, elektrikli araçlarda ve elektrikli gemi uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadırlar. Sürüş sistemlerinde genellikle birden fazla motor içerdiğinden bu tür sistemler “çoklu-sürücü sistemleri” adını almaktadır. Birden fazla itiş motoruna yeteri kadar enerji aktarabilmek için her bir motor ayrı bir inverter ile kontrol edilmektedir. Basit bir dille, “n” tane motor “n” tane inverter gerektirmektedir, bu durum da sistemin maliyetini, boyutunu ve hacmini artırmaktadır. Elektrikli araç uygulamalarındaki (4x4 araçlar) çoklu-sürücü sistemlerinde toplamda iki adet elektrik motoru bulunmaktadır, ve bu durum da iki ayrı inverter gereksinimini beraberinde getirmektedir. Uçuş sistemlerindeki uygulamalarda, yolcu ve kargo uçaklarında fazla sayıda servo pozisyon dengeleyiciler bulunmaktadır. Çoklu-motor kontrolü yapılması gereken bu tip sistemlerde, elektrikli araç ve yolcu uçakları, ve benzeri güç elektroniği uygulamalarındaki temel husus enerjinin gürültülerden arındırılmış bir şekilde aktarılmasıdır. Bu nedenlerden dolayı, çoklu-sürücü sistemlerine özgü konvertörlerin ve kontrol metodlarının araştırılması, güç elektroniği uygulamaları için ilgi çekicidir.

İki endüksiyon motorunu kontrol etmenin geleneksel şekli, iki ayrı inverterin kullanılması ve bu iki motorun birbirinden bağımsız bir şekilde tork, hız veya akı kontrollerinin yapılmasıdır. Maalesef, düzgün bir uygulamanın yapılabilmesi için iki ayrı inverter kullanımı zorunludur ve gerekli olan sistem, 12 ayrı yarı iletken anahtar içermektedir. Diğer bir taraftan, Dokuz Anahtarlı İnverter (DAİ) tabanlı çoklu-sürücü sistemleri, sadece dokuz yarı iletken içermektedir ve iki ayrı endüksiyon motoru bağımsız olarak kontrol edilebilmektedir. DAİ tabanlı çoklu-sürücü sistemleri, boyut olarak daha küçük olmakla beraber daha az yarı iletken malzeme içerdiğinden konvensiyonel çözüme göre daha az karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu durum, DAİ tabanlı bir çoklu-sürücü sistemin uygulanabilmesini artırmaktadır. Özellikle, elektrikli araçlarda iki adet DAİ tabanlı inverter dört ayrı motoru bağımsız sürülmesi için yeterli olduğu düşünülmektedir. Konvensiyonel sistem ile bu yeni tasarlanacak güç modülünü karşılaştırdığımızda, maliyet açısından avantajının yanısıra, elektrikli araçlar için özgün bir sürücü sisteminin dünya literatürüne ve endüstriye kazandırılması, elektrifikasyon sistemleri için çok büyük bir önem arz etmektedir.

Bu projede, yeni bir çoklu-sürücü prototip tasarımı ve üretimi hedeflenmektedir. Özellikle elektrikli araçların sürüş sistemleri için uygulama ve ürün geliştirilecektir. Üretilen güç modülü içerisinde, güç kaynağı, sürücü sistemi, gömülü kontrol ünitesi ve koruma kısmı bulunacaktır. Geliştirilecek yeni güç modülü 15kW gücü yönetebilecek kapasitede olup, bağımsız motor kontrol testleri gerçekleştirilecektir. Bu yeni yaklaşımda, tek bir inverter ile iki motor kontrolü yapılacağı için mevcut konvensiyonel kontrol algoritmaları yeterli olamamaktadır. Elektrikli araç uygulamalarında kullanılan standart tork ve hız kontrol metodları, DAİ-tabanlı sürücü sistemine uyarlanması gerekmektedir. Bu proje kapsamında, tek bir gömülü kontrol ünitesi ve tek bir sürücü ile iki itiş motoru uygun kontrol stratejisi ile kontrol edilecektir. Daha önceden denenmemiş bu yöntem, günümüzde ar-ge faaliyetleri çok hızlı bir şekilde devam eden elektrikli araçların sürücü sistemleri için önemli bir çözüm olacaktır. Tamamıyla endüstriyel bir ürün çıkarma gayesi ile yürütülecek olan bu proje kapsamında, özgün bir itiş sisteminin prototipi üretilip testleri tamamlanacaktır. Katma değeri çok yüksek olan bu teknoloji, geleceğin otomobilleri ve diğer elektrikli ulaşım araçları için çok iyi bir çözüm üreteceği beklenilmektedir. Özellikle, elektrifikasyon sistemleri geleceğin teknolojisi olmasından dolayı, bu alanlarda yapılan araştırmaların önemi günümüzde çok büyüktür. Üretilmesi çok muhtemel olan bu yeni sürüş sisteminin, açık pazar haline gelecek elektrikli araç piyasasında yer bulması düşünülmektedir. Diğer bir taraftan, geliştirilecek yeni teknolojinin üniversite bünyesindeki araştırmacılara da yol göstermesi ve bu alanlara teşvik edici bir misyonu da olacaktır. Bu tür yeni teknolojilerin

doktora öğrencilerine ve akademisyenlere ilham verici bir yönü bulunmakla beraber proje kapsamında elektrikli araç sürücü sistemi için bir geliştirme kartı tasarlanarak araştırmacıların gömülü sistem yazılım geliştirmeleri sağlanacaktır.

Project Summary

Induction machines are widely used for electric propulsion systems like electric traction, ship propulsion and electric vehicles. For these applications, systems are formed by more than one traction machine and these specific systems are called multi-drive systems. In order to deliver enough power to multiple traction loads, machines are controlled by separate converter. Basically, 'n' traction machines require 'n' inverters, which increases cost, volume and size. Multi-drive system for electric cars applications consist of four traction motors resulting in the need for four separate inverters. In aerospace applications, aircraft has many servo positioners that control the position of the ailerons. For all these applications, the need for multi-drive power converters is inevitable. The systems that can control multiple ac machines are the key for providing clean power in industrial applications. Thus, investigating novel topologies and control techniques for multi-drive systems is interesting research area in power electronics applications.

In conventional method for controlling two induction machines is to use two parallel inverters and control them separately to carry out specific implementation such as, torque control, speed control or flux control. Unfortunately, two separate inverters are mandatory for proper operation and this system requires 12 semiconductor devices. On the other hand, multi-drive system based on Nine-Switch Inverter (NSI) is single stage inverter which contains only nine semiconductor devices and two induction machines can be controlled independently. It is obvious that multi-drive system based on NSI has lower size and complexity at lower cost since it is single inverter system that contains less number of switching component. Thus, it improves feasibility of designing NSI based multi-drive system. In particular, It is thought that two separate NSI-based ac drives are enough to control four separate motors for electric car applications. Novel drive system for electrification applications has huge impact in academia and industry, beside advantage such as, manufacturing cost compared to conventional solution.

In this project, It is aimed to design and manufacture novel multi-drive system. Especially, product and prototype will be developed for electric cars traction systems. This novel power module will consist of power supply; drive system, embedded control unit and protection circuit. Power module will be capable of managing 15kW power and it will be tested for independent control of two ac machines. In this novel approach, traditional control techniques are not sufficient since two induction machines are controlled by using single converter. Standard control methods, such as torque and speed control, should be integrated to NSI-based drive system. In this scope, two traction motors are controlled by using single embedded controller and inverter platform. This novel technique will be good solution for electric cars applications, which have received huge attention from R&D companies. This project will be carried out by aiming to develop completely industrial product, novel traction inverter will be developed and all required test procedure will be implemented. It is estimated that aforementioned new high technology will provide high quality solution for cars and other transportation options for future. In particular, research on electrification technology is quite important and critical since electrical-based options will be future of transportation system. It is also predicted that this novel power module, whose development is practical, will be key product in electric cars research area which is going to be big open market. On the other hand, this new technology will be motivation and guidance for academics and researchers. In this project scope, an evaluation board for electric cars traction system will be designed to develop embedded control software and researchers can take benefit from this evaluation board.

