

Student Name: Mesut Uğur

Student No: 1626753

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ozan Keysan

Thesis Title: Design of an Integrated Modular Motor Drive (IMMD) for Traction Applications

Date: 26 / 12 / 2018

Abstract:

In this thesis, integrated modular motor drives (IMMDs) are studied and an IMMD prototype is developed. A Gallium Nitride (GaN) based 8 kW IMMD system design is performed having 4 inverter modules. GaN transistors are investigated and a detailed GaN model is developed to study practical effects of using this transistor. After the selection of GaN FETs, power loss model is developed and losses are calculated to be used in thermal design. The motor drive topology is 2-level inverter modules connected in 2-series and 2-parallel configuration on the DC link. DC link capacitor size optimization is performed and interleaving technique is applied. A permanent magnet synchronous machine (PMSM) having fractional slot concentrated windings is designed with 24 stator slots which is also partitioned into 4 modules. Main motor dimensioning, winding design and slot design are performed using analytical models and verified by 2D finite element analysis (FEA) simulations on ANSYS/Maxwell. Optimum magnet shape design is performed to minimize cogging torque and torque ripple. Thermal design of the system is achieved using lumped parameter model, FEA simulations and thermal tests. A heat sink dedicated to each module is designed and manufactured. A motor drive inverter printed circuit board (PCB) and a controller PCB are designed and manufactured. After the mechanical design of the system is completed, parts of the motor are manufactured. The GaN based inverter module is tested and 3-phase sinusoidal inverter operation is achieved under 100V DC link. The tests are continuing with 270 V DC bus voltage.

Öğrencinin Adı: Mesut Uğur

Öğrenci Numarası: 1626753

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Ozan Keysan

Tez başlığı: Çekiş Uygulamaları için bir Tümlşik Modüler Motor Sürücü Sistemi (TMMS) Tasarımı

Tarih: 26 / 12 / 2018

Öz:

Bu tezde, tümlşik modüler motor sürücüler (TMMS) çalışılmaktadır ve bir TMMS prototipi geliştirilmiştir. 4 evirici modülünden oluşan, Galyum Nitrat (GaN) tabanlı bir 8 kW TMMS sistemi tasarımı yapılmıştır. GaN transistörleri araştırılmış ve bu transistörün kullanımında meydana gelen pratik etkileri gözlemek için detaylı bir GaN modeli geliştirilmiştir. GaN FET'lerin seçimi yapıldıktan sonra, bir güç kaybı modeli geliştirilmiş ve ısı tasarımı kullanılmak üzere güç kayıpları hesaplanmıştır. Motor sürücü topolojisi, Da barada 2-seri 2-paralel bağlanan 2-seviyeli evirici modüllerinden oluşmaktadır. DA bara kondansatörünün boyutu eniyilenmiş ve interleaving tekniği uygulanmıştır. Kesirli oluklu konsantre sargılı bir sabit mıknatıslı senkron makine tasarımı yapılmıştır. Makinanın 24 oluklu statoru da 4 modüle bölünmüştür. Analitik modeller kullanılarak temel motor boyutlandırması, sargı tasarımı ve oluk tasarımı yapılmış, ANSYS/Maxwell'de yapılan 2D sonlu eleman analizi (SEA) benzetimleri ile doğrulanmıştır. Vuruntu momentini ve moment salınımını en aza indirmek amacıyla eniyilenmiş mıknatıs boyutu tasarımı yapılmıştır. Sistemin ısı tasarımı yuvarlanmış parametre modeli, SEA benzetimleri ve ısı testler yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir modüle özgü soğutucu tasarımı yapılmış ve üretilmiştir. Bir motor sürücü baskı devre kartı (BDK) ve bir denetleyici BDK tasarlanmış ve üretilmiştir. Sistemin mekanik tasarımının tamamlanmasının ardından motorun parçaları üretilmiştir. GaN tabanlı evirici modülü test edilmiş ve 3-faz sinüzoidal evirici operasyonu 100 V DA bara altında başarılmıştır. 270 V DA bara gerilimde yapılan testler devam etmektedir.