

Tümleşik Modüler Motor Sürücü Sistemi (TMMS) Tasarımı

Design of an Integrated Modular Motor Drive (IMMD) System

Mesut Uğur¹, Ozan Keysan²

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
ugurm@metu.edu.tr

²Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
keysan@metu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, bir Tümleşik Modüler Motor Sürücü (TMMS) sistemi tasarımı gerçekleştirilmiştir. TMMS teknolojisi avantajları ve dezavantajları yönünden incelenmiş, uygun motor sürücü topolojileri, güç yarıiletkenleri ve kapı sürücü teknikleri araştırılmıştır. TMMS sistemi için modüler bir fraksiyonel oluklu, kümelenmiş sargılı (FSCW), sabit mıknatıslı fırçasız doğru akım (PM-BLDC) motoru tasarımı yapılmıştır. Galyum Nitrat (GaN) teknolojisine dayalı modüler motor sürücü güç katı tasarımı yapılmıştır. Tümleşik motor sürücü sistemine uygun optimum DA bara kondansatör seçimi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistemin başarımı, motor sürücü için MATLAB/Simulink ortamında ve motor için Ansys/Maxwell ortamında yapılan benzetim çalışmaları ile elde edilmiştir. Sistem, güç yoğunluğu verim ve ısınma açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tümleşik modüler motor sürücü, sabit mıknatıslı fırçasız doğru akım motoru, galyum nitrat

Abstract

In this study, design of an Integrated Modular Motor Drive (IMMD) System is performed. IMMD technology is investigated in terms of its advantages and disadvantages, and suitable motor drive topologies, power semiconductor devices and gate drive techniques are investigated. Design of a modular fractional slot concentrated winding (FSCW) permanent magnet brushless direct current (PM-BLDC) motor is achieved for the IMMD system. A modular motor drive power stage design is performed based on Gallium nitride (GaN) technology. Selection of optimum DC bus capacitor suitable for the integrated motor drive system is achieved. The performance of the designed system is obtained via the simulations on MATLAB/Simulink for motor drive, and Ansys/Maxwell for the motor. The system is evaluated in terms of power density, efficiency and cooling.

Keywords: Integrated modular motor drive, permanent magnet brushless direct current motor, gallium nitride

1. Giriş

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası "EMO Bilimsel Dergi" adında, yayın dili Türkçe olan hakemli bir bilimsel dergi çıkarma kararı almıştır. Bu dergide "Elektronik Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği ve Biyomedikal Mühendisliği" alanlarında en az ulusal düzeyde bilimsel ve/veya teknolojik özgün değere sahip makaleler yayınlanacaktır.

Dergiye sunulacak makalelerde yazım düzeni birliği sağlamak için hazırlanmış bu örneğe, derginin web sayfasından ulaşabilirsiniz. Lütfen makale sunumunuzu MS-Word® veya LaTeX formatında bir dosya şeklinde hazırlayınız. Daha sonra PDF formatına dönüştürerek dergiye gönderiniz. Makalelerin tam metninin sunumu hakkındaki bilgiye <http://bilimseldergi.emo.org.tr> adresinden ulaşabilirsiniz. Aynı adreste makalelerin hazırlanışı ve taslakların kullanımına ilişkin yönlendirmeler de bulunmaktadır.

2. Sayfa Düzeni ve Biçim

Sayfa düzeni için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır. Hazır bir taslak (Word® ya da LaTeX) kullanmanız veya ayrıntıların kontrolü için örnek bir dosya takip etmeniz yazım düzeni isteklerini yerine getirmeniz açısından önerilir.

2.1. Temel Düzen Özellikleri

- Makale sayfaları, A4 (210 x 297 mm) kağıt boyutunda hazırlanmalıdır.
- Sol ve sağ kenarlarda 20 mm boşluk bırakılmalıdır.
- İlk sayfa dışında, üst kenarlarda 25 mm boşluk bırakılmalıdır. İlk sayfanın üst kenar boşluğu 30 mm olmalıdır.
- Alt kenarlarda 37 mm boşluk bırakılmalıdır.
- Başlık bölümü ve sayfa genişliğindeki şekiller dışında metin 80 mm genişliğinde iki sütundan oluşmalıdır.
- Sütunlar arası 10 mm boşluk bırakılmalıdır.

- Metin uzunluğu (sayfa başlığı ve altlığı hariç) en fazla 235 mm.
- Sayfa başlığı ve altlığı boş bırakılmalıdır (baskı ve EMO BİLİMSEL DERGİ CD-ROM için eklenecek)
- Paragraf girintisi ve satır aralıkları örnek dosyayla (PDF formatında) karşılaştırarak kontrol edilmelidir.

2.1.1. Başlıklar

Bölüm başlıkları kalın ve ortalanmış olmalı, başlıkta sadece ilk kelimenin baş harfi büyük, başlığın gerisi küçük harflerle yazılmalıdır. Alt başlıklar ana başlıklarla aynı formatta yalnız sola dayalı olarak yazılmalıdır. Alt başlıkların altındaki diğer başlıklar da alt başlıklarla aynı formatta yalnız italik harflerle kalınlaştırılmadan yazılmalıdır. Üç dereceden fazla başlık kullanılmamalıdır.

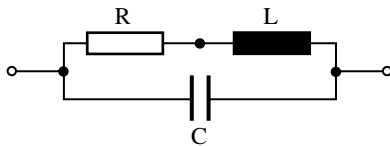
2.2. Yazı Tipi

Ana metin için *Times* veya *Times New Roman* yazı tipi kullanılmalıdır. Önerilen karakter boyutu ve aynı zamanda kullanılabilecek en küçük boyut 9'dur. Özel durumlarda diğer yazı karakterleri de kullanılabilir. En son PDF dosyasını oluştururken bütün yazı karakterlerinin eklenmesi unutulmamalıdır.

LaTeX kullanıcıları: Metin için *Computer Modern* yazı karakterleri kullanılmamalıdır. Biçim dosyasında *Times* belirtilmiştir. Mümkünse dosyanın en son şekli POSTSCRIPT yazı karakterleri kullanılarak hazırlanmalıdır. Bu ayrıntı gereklidir; çünkü örneğin, *non-ps Computer Modern* ile yazılan denklemleri ekranda okumak zordur.

2.3. Şekiller

Bütün şekiller sütuna (veya şekil iki sütunu da kaplıyorsa sayfaya) göre ortalanmalıdır. Şekillerin başlıkları her şeklin altına yazılmalı ve Şekil 1'de gösterilen düzende olmalıdır.



Şekil 1: Bir şekil örneği.

Şekiller koyu veya renkli bölgeler içeriyorsa, yüksek kaliteli, renksiz lazer yazıcılarda düzgün basılabilir olup olmadığı kontrol edilmelidir. Makale metninde kullanılan şekiller gri tonda sadece imgeler renkli tonda olabilir.

2.4. Tablolar

Bir tablo örneği Tablo 1'de verilmiştir. Tipine ve kullanım amacına göre değişik bazı tablolar da kullanılabilir. Tablonun başlığı tablonun üstünde olmalıdır.

Tablo 1: Bir tablo örneği

1. Sütun	2. Sütun
1	1
2	2
3	3

2.5. Denklemler

Denklemlerin her biri ayrı satıra yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Aşağıda bir denklem örneği verilmiştir.

$$x(t) = s(f_{\omega}(t)) \quad (1)$$

2.6. Köprüler

Makalede köprüler (*hyperlink*) kullanılabilir. Köprülerden konuyla ilgili (doküman, ses, çoklu-ortam vs.) daha geniş bilgiye ulaşma olanağını veren bağlantılar olarak yararlanılabilir. Köprünün yazı biçimi metinle aynı olup altı çizili olarak yazılmalıdır.

2.7. Sayfa Numaraları

Makaleye sayfa numaraları eklenmemelidir. Sayfa numaraları daha sonra dergi yetkililerince topluca eklenecektir. Makalelerde sayfa başlığı veya altlığı şeklinde üst ve alt bilgi kullanılmamalıdır.

2.8. Kaynakça

Kaynakçanın biçimi standart IEEE kaynakça biçimidir. Kaynaklar kullanış sırasına göre numaralandırılmalıdır. Örneğin [1], [2] ve [3]...

3. Sonuçlar

Bu taslağı web sayfasında bulabilirsiniz. <http://bilimseldergi.emo.org.tr>

EMO BİLİMSEL DERGİ Yayın Kurulu makalelerinizi bu taslağa uygun bir şekilde hazırlayıp sorunsuz olarak dergi sekreteryasına ulaştırdığınız için tüm katılımcılara teşekkür eder.

4. Kaynaklar

- [1] Soyad, A. ve Soyad, B., "Makalenin Başlığı", *Yayınlandığı dergi adı*, Cilt No., Sayfa numaraları, Yayın yılı.
- [2] Soyad, A. (varsa Editör), *Kitabın adı*, Yayıncının adı, Yayın yeri, Yayın yılı.
- [3] Soyad, A. ve Soyad, B., "Makalenin Başlığı", *Sunulduğu derginin veya konferansın adı*, Yayın yılı, Sayfa numaraları.

Ek A

İtalik

a, *A*, *x*, *f*, *AB* gibi matematiksel simgeler italik olmalıdır. Yunan harfleri, sayılar, parantezler ve noktalama işaretleri hiçbir zaman italik olmamalıdır. +, ×, =, < gibi matematiksel simgeler ve sin, cos, log gibi kısaltmalar hiçbir zaman italik olmamalıdır. Aynı anda hem italik hem de koyu punto kullanılmamalıdır.

Aralık

Noktalama işaretlerinden önce değil, sonra bir aralık bırakılır. +, −, ×, =, <, ≈ gibi simgelerden önce ve sonra birer aralık bırakılır. Açan parantezden sonra ve kapatan parantezden önce aralık bırakılmaz. Açan parantezden önce ve kapatan parantezden sonra aralık bırakılır. Metinde yanyana iki aralık

bırakılmaz, yani aralık çubuğuna iki kez üstüste basılmaz. Bu durumu metni yazdıktan sonra kontrol ediniz.