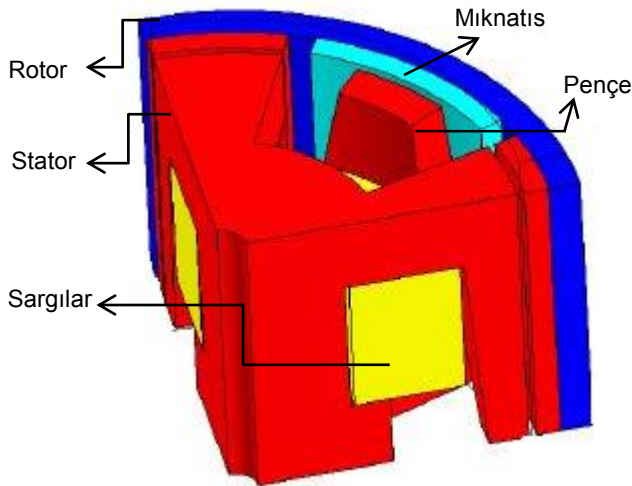


Pençe Kutuplu Elektrik Makinalarının Flux®3D SEA ile Analizi

Ayşe Barış, Yücel Demir, Metin Aydın

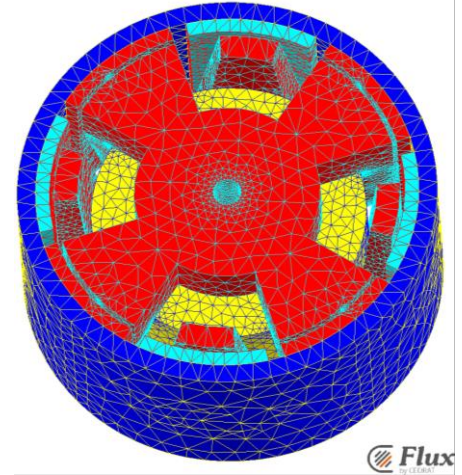
PENÇE kutuplu elektrik makinaları otomotiv sektörü başta olmak üzere birçok uygulamada sıklıkla kullanılmaktadır. Sonlu elemanlar analizi (SEA) yöntemi ile standart dışı elektrik makinaları sınıfına konan pençe kutuplu makinaların elektromanyetik analizi hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir. Birbirine kenetlenmiş metal pençelerden ve motor eksenini boyunca yerleştirilmiş sargıdan oluşan stator ve sürekli mıknatıslardan oluşan rotor bu motorların temel bileşenlerini oluşturur. Pençe kutuplu bir makinanın FLUX® 3D modeli Şekil 1'de verilmiştir. Rotordaki mıknatıslarda üretilen manyetik akı hava aralığından geçerek statordaki pençe yapılarına buradan da stator sargılarına ulaşır.



Şekil 1. Pençe Kutuplu Makina Modeli

Motor Tanımlamaları

Bir elektrik motorunun FLUX® 3D ile sonlu elemanlar analizi, geometrik tanımlamalar, fiziksel tanımlamalar, çözüm ve çözüm sonrası işlemler olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilir. Motor geometrisinin periyodik olma özelliğinden yararlanılarak analiz ¼ model ile yapılmıştır.

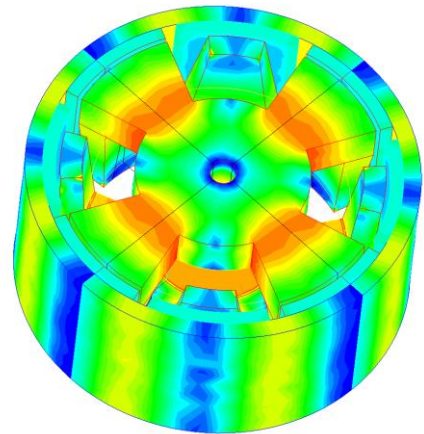
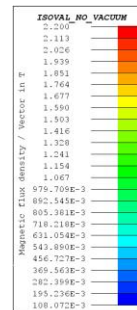


Şekil 2. Sonlu Elemanlar Analizi Ağ Yapısı

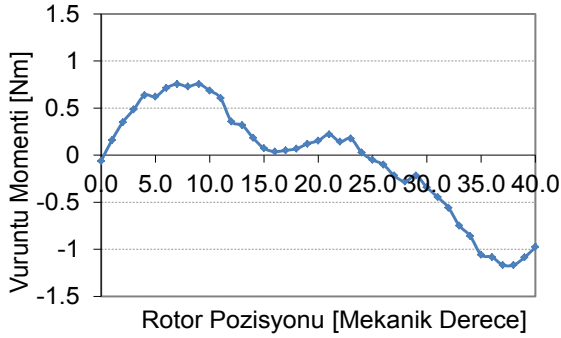
FLUX® yazılımı motorun ağ yapısını kullanıcıyı doğru sonuca ulaştıracak şekilde otomatik olarak oluşturur. Analizi gerçekleştirilen makinanın FLUX® 3D ile oluşturulmuş ağ yapısı Şekil 2'de verilmiştir.

Vuruntu Momenti Analizi

Vuruntu momenti sürekli mıknatıslı motorlarda rotordaki mıknatıslar ve stator olukları arasındaki relüktans değişiminden kaynaklanır. Pençe kutuplu makinalarda rotor ve stator yapıları sebebiyle vuruntu



Şekil 3. Pençe Kutuplu Motor Akı Yoğunluğu

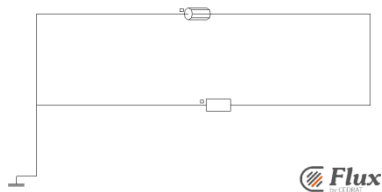


Şekil 4. Vuruntu Momenti Grafiği

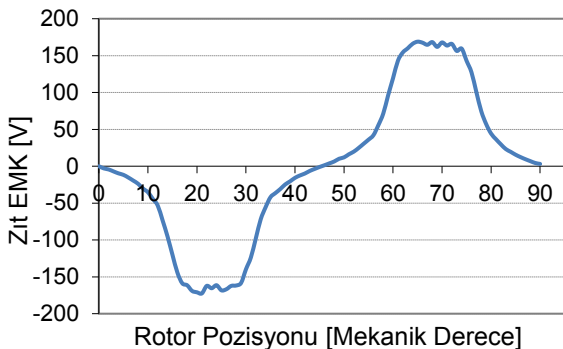
momenti yüksek olabilir. Bu sebeple bu motorlarda genellikle vuruntu momentini azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır. SEA ile analizi yapılan pençe kutuplu makinaya ait akı yoğunluğu Şekil 3'de gösterilmektedir. Ayrıca makinaya ait rotor pozisyonu-na göre vuruntu momentini grafiği Şekil 4'de verilmiştir.

✚ Zıt EMK Analizi

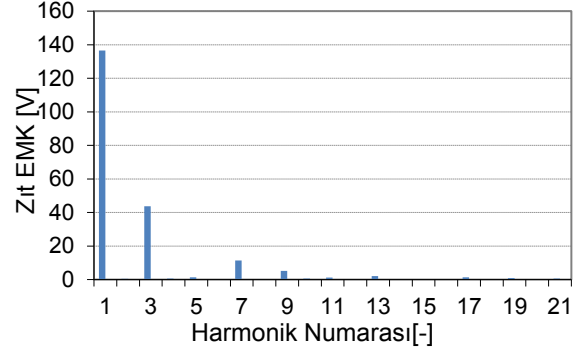
Pençe kutuplu makinaların sargılarında endüklenen gerilim dalga şeklini incelemek için motor yüksüz durumda anma hızında generatör modunda çalıştırılmıştır. FLUX® 3D SEA ile zıt EMK gerilimi analizi için oluşturulan devre modeli ise Şekil 5'de verilmiştir. Analiz sonucunda sargılarda endüklenen gerilimler Şekil 6'da, gerilimlerin dalga şeklinin harmonik içerikleri ise Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Zıt EMK Analizi Devre Modeli



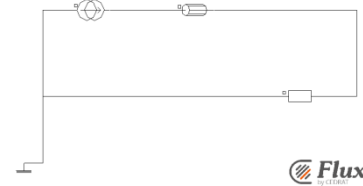
Şekil 6. Faz Gerilimi Dalga Şekli



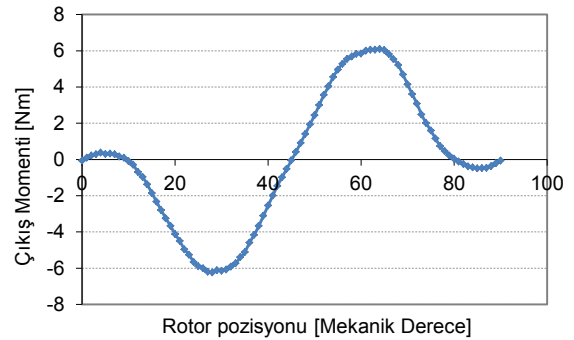
Şekil 7. Faz Gerilimi Harmonikleri

✚ Çıkış Momenti Analizi

Pençe kutuplu makinalarda çıkış momentini inceleyebilmek için bir akım kaynağı ile stator sargısı beslenmelidir. Motoru besleyen akım kaynağı ve sargıyı temsil eden bobinin bulunduğu devre modeli Şekil 8'de gösterilmiştir. 4A akım ile beslenen motorun çıkış momentinin değişimini gösteren grafik Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Çıkış Momenti Analizi Devre Modeli



Şekil 9. Çıkış Momenti Grafiği

✚ Özet

Bu çalışmada FLUX®3D SEA yazılımı ile pençe kutuplu bir makinanın analizlerinin yapılabileceği, makinadaki kritik çıkış parametrelerin kolaylıkla hesaplanabileceği bir örnek ile gösterilmiştir.