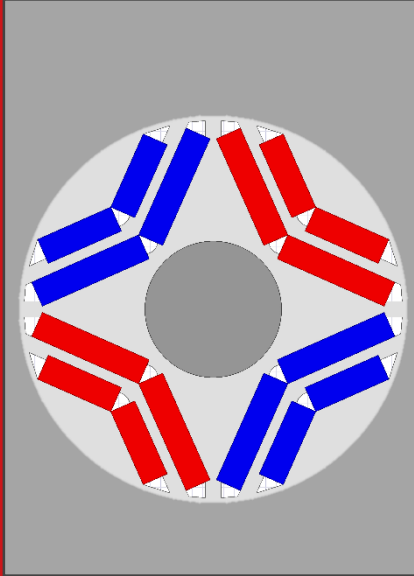


Ertugrul ATES



ertugrul.ates@agu.edu.tr

0000-0001-6628-5350



Thesis Advisor

Assoc. Prof.
Burak TEKGUN

burak.tekgun@agu.edu.tr

December 2024

Hf Signal Injection And Sliding Mode Estimator Based Sensorless Control Of Ipmsm

abstract In this study, we introduce a sliding mode observer (SMO) based on high-frequency (HF) voltage injection combined with a phase-locked loop (PLL) for the real-time estimation of the extended electromotive force (EEMF), rotor position, and rotor velocity in an Interior Permanent Magnet Synchronous Machine (IPMSM). This approach is specifically designed to address the limitations of traditional SMO and PLL techniques, which often struggle to provide reliable rotor position and velocity estimations at extremely low speeds and standstill. These conditions present significant challenges in IPMSM control because the BEMF signals crucial for detecting the position of the rotor tend to weaken or become indistinct, leading to inaccurate estimations when using conventional methods. To address these issues, the proposed SMO leverages HF voltage injection to stimulate the machine and produce distinguishable EEMF signals, which are less dependent on the motor's actual speed. This innovation allows for more consistent and noise-resistant EEMF estimation, forming a foundation for accurate rotor position and velocity estimation even at zero or near-zero speeds. The PLL then refines these EEMF estimates, enabling precise extraction of the rotor's velocity and position information. By maintaining a stable phase-lock with the EEMF signal, the PLL is capable of filtering out noise and enhancing the precision of the rotor position and velocity measurements. Building on this foundation, we developed and implemented a sensorless speed control system for IPMSM using the proposed SMO-PLL combination.

keywords Sensorless Control, Signal Injection, IPMSM, Sliding Mode Observer, PLL

özet Bu çalışmada, gömülü mıknatıslı senkron makinede (GMSM) genişletilmiş elektromotor kuvveti (GEMK), rotor pozisyonu ve rotor hızının gerçek zamanlı kestirimi için faz kilitli döngü (FKD) ile birleştirilmiş yüksek frekans (YF) gerilim sinyali enjeksiyonuna dayalı bir kayma modlu gözlemci (KMG) tanıtılmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle düşük hızlarda ve durma anında rotor pozisyonu ve hız kestirimlerinde zorlanan geleneksel KMG ve FKD tekniklerinin sınırlamalarını ele almak üzere tasarlanmıştır. GMSM kontrolünde bu durumlar, rotor pozisyonu tespiti için kritik olan zıt EMK sinyallerinin zayıflama veya belirsiz hale gelme eğiliminde olması nedeniyle önemli zorluklar ortaya çıkarır, bu da geleneksel yöntemler kullanıldığında yanlış kestirime yol açar. Bu sorunları çözmek için önerilen KMG, makineyi uyararak motorun gerçek hızına daha az bağımlı olan belirgin GEMK sinyalleri üreten YF gerilim enjeksiyonundan yararlanır. Bu yenilik, sıfır veya sıfıra yakın hızlarda dahi tutarlı ve gürültüye dayanıklı GEMK kestirimine olanak tanıyarak rotor pozisyonu ve hızının doğru şekilde kestirilmesi için bir temel oluşturur. FKD, bu GEMK kestirimlerini rafine ederek rotorun hız ve pozisyon bilgilerinin hassas bir şekilde elde edilmesini sağlar. GEMK sinyaliyle stabil bir faz kilidini koruyarak, FKD gürültüyü filtreler ve rotor pozisyonu ve hız ölçümlerinin doğruluğunu artırır. Bu temel üzerine, önerilen KMG-FKD kombinasyonunu kullanarak GMSM için sensörsüz hız kontrol sistemi geliştirdik ve uyguladık.

anahtar kelime Algılayıcı Kontrol, Sinyal Ekleme, GMSM, Kayma Modlu Gözlemci, FKD