

ÜÇ FAZLI ASENKRON MOTORUN DEVRE PARAMETRELERİNİN ELDE EDİLMESİ

1. Deneyin Amacı

Üç Fazlı Asenkron motorun boşa ve kısa devre deneyleriyle kayıplarının hesaplanması ve eşdeğer parametre değerlerinin çıkartılması.

2. Kullanılacak Malzemeler.

- Bir adet üç fazlı asenkron motor
- NE7010 Makine deney seti
- Bir adet üç fazlı oto trafo
- Üç adet avometre

3. Hazırlık Soruları

- 1) Asenkron makinalara neden indüksiyon makinaları da denir?
- 2) Asenkron makinanın tam ve yaklaşık elektriksel eşdeğer devresini çizin, devredeki elemanları açıklayınız.
- 3) Asenkron motorun boşa çalışma ve kısa devre kayıplarından ne anlıyorsunuz?
- 4) Boşa çalışan asenkron motorlar, boşa çalışan transformatörlerden niçin daha fazla mıknatıslanma akımı çeker? Açıklayınız.
- 5) Asenkron motorların boşa çalışması durumunda rotor sargılarında indüklenen gerilimin küçük olmasının nedenini formülle izah ediniz.
- 6) Kısa devre deneyi niçin anma geriliminde yapılmaz ?
- 7) Asenkron motorun $M = f(n)$ grafiğini çizin, önemli noktaları belirtiniz.
- 8) Doğru akım paralel uyartımlı makineye ait elektriksel eş değer devresini çizin.
- 9) 220 V, 50Hz, 6 kutuplu, yıldız bağlı, 1410 devir sayılı ve 4,5kW gücünde bir asenkron motorun avometre ile yapılan stator sargı direnci $0,8125\Omega$ olarak ölçülmüştür. Boş çalışma deneyinde; $U_0=220V$, $I_0=9,8A$, $P_0=540W$ ve kısa devre deneyinde; $U_K=60V$, $I_K=20,2A$, $P_K=1080W$ olarak ölçülmüştür.
 - a. Bu asenkron motora ait eşdeğer devre parametreleri hesaplayarak çizin?
 - b. Makinanın anma momentini ve bu andaki kaymayı bulunuz.

4. Üç Fazlı Asenkron Motor Deneyleri

4.1. Giriş

Her elektrik makinası enerji dönüşümü yapan bir düzendir ve bu dönüşümde elektrik enerjisi en az bir kez görülür. Generatörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine, motorlar ise elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Enerji dönüşümlerinde daima kayıplar oluşur ve bu kayıplar ısı olarak ortaya çıkar. Elektrik makinalarının bir temel üstünlüğü, kayıpların küçük ve bu sayede verimlerinin çok yüksek olmasıdır.

Deney-2: Üç Fazlı Asenkron Motorlar

Bütün enerji türleri içinde en üstün nitelikte olan elektrik enerjisi ile çalışmaları, her türlü kumanda ve denetime elverişli olmaları nedeniyle elektrik makinaları generatör olarak santrallerde, motor olarak sanayi, ulaşım, büro, ev ve sürücü düzeneklerinde artan önemle kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi olan her yerde hemen hemen bütün iş makinalarını elektrik motorları çalıştırır. Bir yandan gerekli mekanik gücü sağlarken, diğer yandan işlemlerin en iyi ve ekonomik biçimde yapılmasına imkan verirler. Sanayileşme, üretim ve verimlilik artışı, çalışma zamanının kısaltılması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi elektrik motorlarının sanayide yaygınlaşması ile gerçekleştirilebilmiştir.

4.2. Asenkron Motorların Yapısı ve Çalışması

Asenkron motor, birisi durağan (stator), diğeri dönen (rotor) iki temel ögeden oluşur. Statorda, eksenleri arasında 120° elektriksel açı bulunan üç fazlı döner alan sargıları oluklara yerleştirilmiştir. Rotorda genellikle kısa devre çubuklar (sincap kafesli ASM) bulunur. Ancak rotorda da üç fazlı sargılar bulunabilir. Rotoru sargılı olan motorlarda çoğu zaman sargı uçları bilezikler ve fırçalar yardımıyla (bilezikli ASM) dışarıya çıkarılır. Döner alan sargıları, rotorla stator arasındaki hava aralığında senkron hızda (n_s) dönen bir alan oluşturur.

$$n_s = \frac{60 \cdot f_s}{p} \quad (1)$$

Burada,

f_s : Stator sargıları besleme frekansı. p : Kutup çifti sayısıdır.

Rotorun dönme hızı n_r ise, döner alanın rotora göre bağıl hızı $n_s - n_r$ olacaktır. Bu durumda döner alan rotor sargılarında

$$f_2 = (n_s - n) \cdot p \quad (2)$$

frekanslı bir gerilim endükler. Rotor ve stator frekansları frekansları oranı,

$$\frac{f_r}{f_s} = \frac{n_s - n_r}{n_s} = s \quad (3)$$

kayma olarak tanımlanır. Rotor iletkenlerinde endüklenen f_r frekanslı gerilimler, rotor iletkenlerinden I_r Akımı akan rotor iletkenlerine etkiyen kuvvet rotorun dönmesini sağlar.

Aşağıdaki rotor hızı ve senkron hız ile kaymanın durumlarına göre makinanın çalışma durumlarını inceleyelim.

$$n_r < 0, s > 1$$

Rotor döner alana ters yönde döner. Bu çalışma biçimi “**FRENLEME**” olarak adlandırılır.

$$0 < n_r < n_s, 0 < s < 1$$

Şebekeden alınan elektriksel güç, motor milinde mekanik güce dönüştürülür. Makine “**MOTOR**” olarak çalışmaktadır.

$$n_r > n_s, s < 0$$

Rotorun senkron hızın üstünde bir hızla dönmesi demektir. Bu durumda enerji akış yönü rotordan statora doğru olmaktadır. Bu koşullarda makine “**GENERATÖR**” olarak çalışmaktadır.

$$n_r = 0, s = 1$$

Hızın sıfır olduğundan da anlaşılacağı gibi motor “**DURMAKTA**” dır.

$$n_r = n_s, s = 0$$

Rotorun senkron hızda dönmesi anlamına gelir ki bu durumda rotor, döner alana göre durağan olduğundan rotor iletkenlerinde bir gerilim endüklenmez. Bu nedenle rotorun dönmesini sağlayan kuvvet ortadan kalkar ve motor yavaşlar. Bu çalışma noktası, asenkron makine için kuramsal bir noktadır.

4.3.1. Üç Fazlı Asenkron Motorun Boşta Çalışma Deneyi

Boşta çalıştırılan asenkron motorlar şebekeden bir güç çekerler. Bu çekilen güç, stator demir kayıpları ile sürtünme ve vantilasyon kayıplarının toplamını verir. Boşta çalışan motorun devir sayısı döner alan devrine yakın olduğundan, rotorun demir ve bakır kayıpları ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Normal şebeke gerilimi altında boşta çalışan asenkron motorun stator sargılarından geçen akımlar bu sargılarda bakır kayıplarına sebep olur. Bu kayıp hesaplanarak bulunur ve motorun şebekeden çektiği güçten çıkarılırsa, geriye kalan güç stator demir kayıpları ile sürtünme ve vantilasyon (rüzgar) kayıplarının toplamını verir.

$$P_0 = P_{Fe} + P_{Cu0} + P_{s+v} \quad (4)$$

$$P_{Cu0} = I_{10}^2 \cdot R_s \quad (5)$$

Bu değer stator sargılarının direnci üzerinde kaybolan güçtür ve boş çalışmadaki bakır kaybı olarak adlandırılır. Eşitlik 5’i eşitlik 4’te yerine koyarsak buradan demir ve sürtünme kayıplarının toplamını bulabiliriz.

Bu formüllerde;

P_0 : Şebekeden çekilen boş çalışma gücü (watt)

P_{Fe} : Stator demir kaybını (watt)

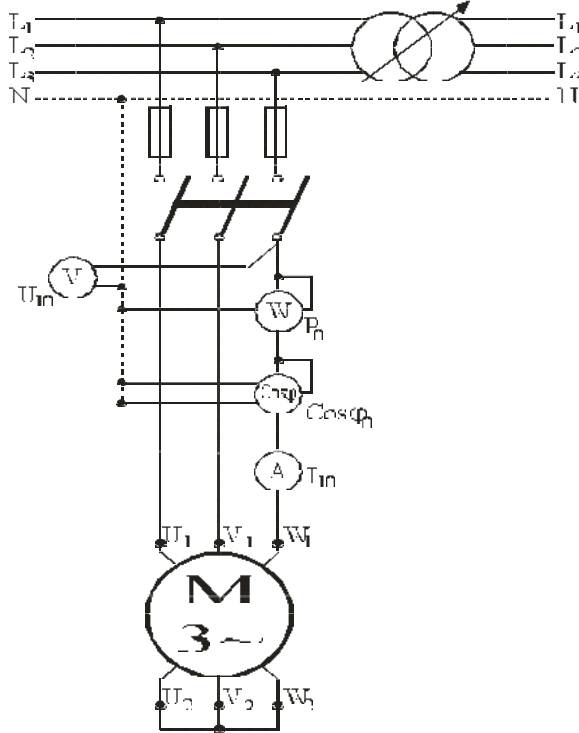
P_{Cu0} : Boş çalışmadaki stator bakır kaybını (watt)

P_{s+v} : Sürtünme ve vantilasyon (rüzgar) kayıplarını gösterir.

I_{10} : Stator sargılarından geçen bir faz akımını (amper)

R_s : Stator bir faz sargısının a.c. omik direncini (Ω) göstermektedir.

Deneyde devir sayısının hemen hemen sabit kaldığı nominal gerilimin yaklaşık %25'ine kadar gerilim düşürülür. Bu değerden daha düşük gerilimlerde motor devir sayısının daha çok azaldığı görülür. Devir sayısının sabitliğinin bozulduğu noktaya kadar olan güç sürtünme ve rüzgar kayıplarına eşittir ve sabit olarak kabul edilebilir.



Şekil 1. Boşta çalışma bağlantı şeması

Boşta çalışma deney bağlantı şemasını NE7010 deney setinde gerçekleştirmek için şekil 4 ve şekil 5'daki bağlantıları yapınız. Asenkron motorun mili yüksüz olduğu için senkron hıza yakın bir hızda döner. Yani kayma $s \approx 0$ 'dır. Bu durumda tablo 1'i uygun şekilde doldurunuz. Asenkron motora uygulanan gerilimi nominal değerinden başlayarak kademe kademe oto trafosu ile küçültünüz. Bu gerilim değerini %25 değere kadar düşürmeye devam ediniz.

Tablo-1. Boşta çalışma deneyi ölçüm sonuçları.

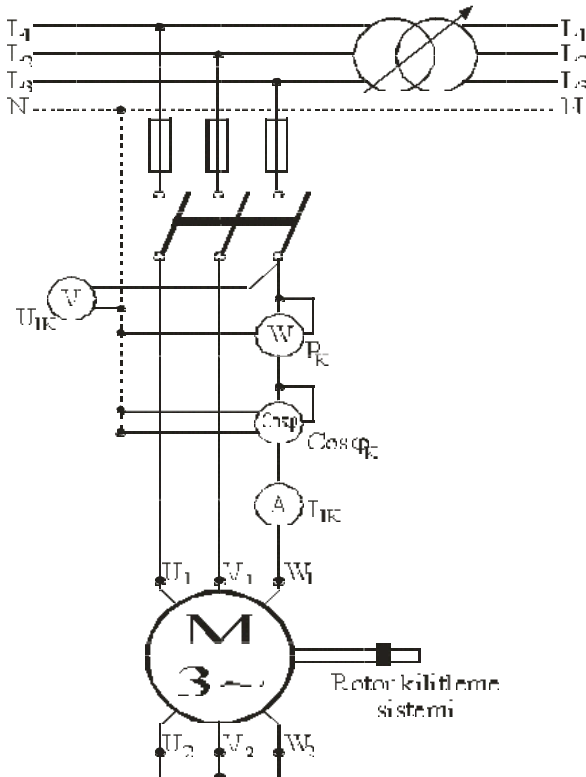
Nominal Gerilim Yüzdesi	R_s (Ω)	U_0 (V)	I_0 (A)	P_0 (W)	n (d/dk)
100					
75					
50					
25					

4.3.2. Üç Fazlı Asenkron Motorun Kilitli Rotor Deneyi:

Asenkron motorun kilitli rotor deneyi, transformatörlerin kilitli rotor deneyine benzer. Çünkü kilitli bir asenkron motor sekonderi kısa devre edilmiş bir transformatör gibidir. Kısa devre deneyinde rotorun dönmesine engel olunarak statora sıfırdan başlanarak kademe kademe arttırılan bir gerilim uygulanır. Motor dönmediğinden, hiçbir mekanik kayıp meydana gelmez. Motorun çektiği akım, motorun etiketinde yazılı olan nominal akım değerinin 1.2 katına ulaşıncaya kadar motora uygulanan gerilimin arttırılmasına devam edilir. Motorun çektiği akım nominal akımının üstüne çıktığında, motor sargılarında meydana gelecek aşırı ısınmalar

Deney-2: Üç Fazlı Asenkron Motorlar

yüzünden ölçü aletlerindeki değerleri daha çabuk deneyi bitirmek gerekir. Kısa devre deneyinde, stator sargılarına uygulanan gerilim çok küçük olduğundan ve demir kayıpları da gerilimin karesi ile değiştiğinden bu kayıplar ihmal edilebilecek kadar küçüktür.



Şekil 2. Kilitli rotor deney bağlantı şeması

Asenkron motorun kilitli rotor deney bağlantı şemasını gerçekleştiriniz. Asenkron motorun rotoru uygun biçimde kilitleyiniz. Asenkron motorun sarılarına oto transformatörü ile sıfırdan başlayarak kademe kademe gerilim uygulayınız. Ampermetreden okunan (I_k) akım değeri, motorun etiketinde yazılı nominal akım değerinin 1.2 katı olunca oluncaya kadar gerilimi arttırmaya devam ediniz. Artırma işlemi tamamlandığında ölçüm sonuçlarını tablo 2'ye kaydediniz. Kilitli rotor deneyinde asenkron motorun sargıları çok çabuk ısınacağından bu ölçüm sonuçlarını hızlı bir şekilde kaydedip deneyi tamamlayınız.

Tablo-2. Kilitli rotor deneyi ölçüm sonuçları.

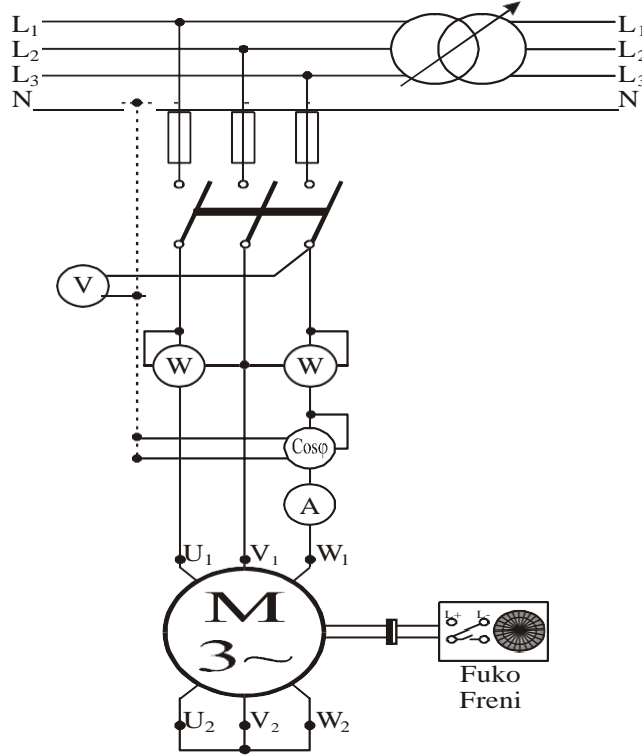
Anma Akımı Oranı	U_K (V)	I_K (A)	P_K (W)	R_S (Ω)
0.4				
0.6				
0.8				
1.0				

Asenkron motorun boşa çalışma ve kilitli rotor deneyi sonrası gerekli parametreleri hesaplayarak tablo 3'e doldurunuz. Hesaplanan bu değerler doğrultusunda ASM'nin eşdeğer devresini çiziniz.

Tablo-3. Asenkron motor eşdeğer parametre değerleri.

[illegible]

4.3.3. Üç Fazlı Asenkron Motorların Yüklü Çalışma Deneyi



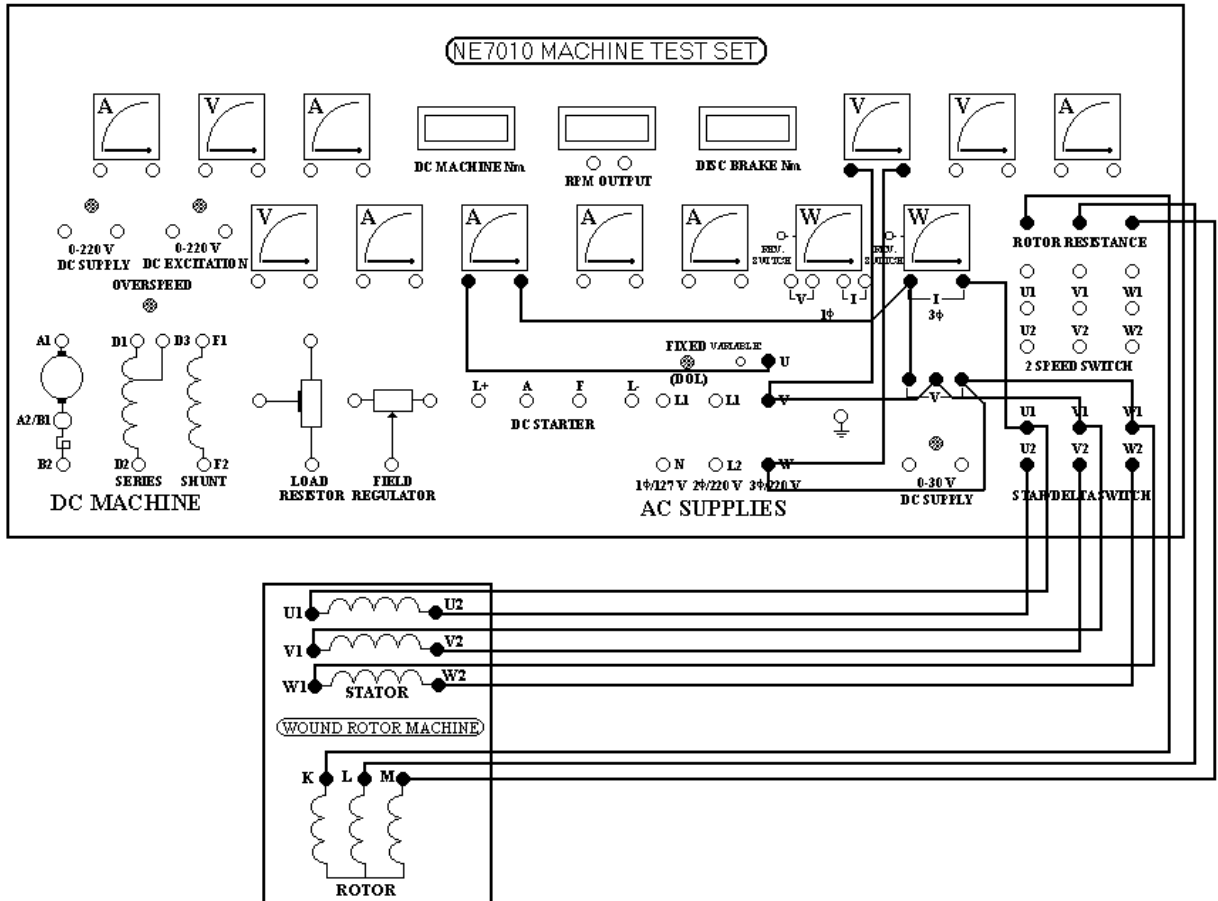
Şekil 3. Yüklü çalışma deneyinin bağlantı şeması

Boşta dönmekte olan asenkron motorun milini bir fren aracı veya asenkron motorun biline bağlı şönt uyarımlı doğru akım generatörü ile yükleyelim. Bu durumda çok küçük olan motorun boşta çalışma akımı bu mekanik yüke tekabül eden döndürme momentini karşılamayacaktır. Bütün tahrik makinalarında olduğu gibi yük artması sonucunda motor kendisinden istenen enerji artmasını öncelikle dönen kısımların mekanik enerjisinden karşılayacaktır. Bu motorun devir sayısının düşmesi demektir. Rotor devir sayısının düşmesi de kaymanın artmasına neden olur. Buna bağlı olarak rotorda indüklenen emk'ti büyür ve bunun sonucu olarak rotor akımı artacaktır. Rotor kayması, fren momentinin gerektirdiği döndürme momenti verecek rotor akımına kadar büyür. Bu açıklamalardan asm'larda kaymanın motorun milinden alınan döndürme momentine bağlı olduğu anlaşılır. Güç katsayısı ise tam tersine artar. Motor yüklendikçe verimde artmaktadır.

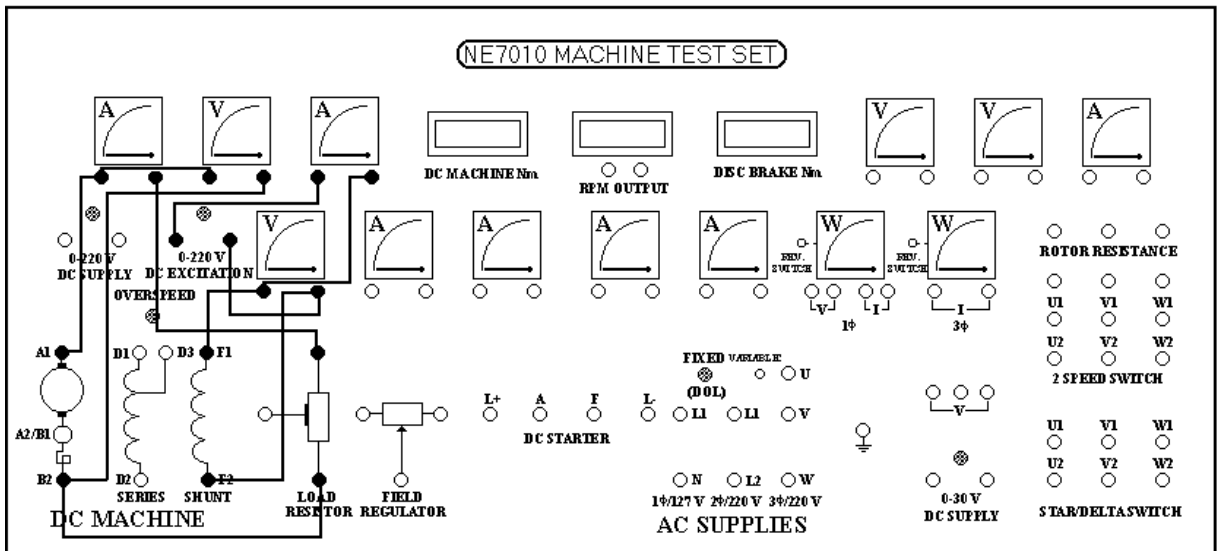
Yüklü çalışma deneye bağlantı şemasını oluşturmak için şekil a ve şekil b'deki bağlantıları yapınız. Üç fazlı asenkron motora yol verip boşta çalışmasını sağladıktan sonra şönt uyarımlı doğru akım generatörü ile motor biline moment yükleyin. Gerekli ölçüm sonuçlarını Tablo-4' kaydedip hesaplamaları yaparak tablodaki boş yerleri doldurun.

Tablo – 4. Tam yükte çalışma deneyinin ölçüm ve hesaplama sonuçları

M (Nm)	U (V)	I (A)	P _e (W)	P _m (W)	n (d/dk.)	η	S
0.5							
1.0							
2.0							
2.5							
3.0							
4.0							
5.0							



Şekil – 4. Rotoru Sargılı Üç Fazlı Asenkron Motorun Deney Bağlantı Şeması



Şekil – 5. Şönt Uyarımlı Doğru Akım Generatörünün Deney Bağlantı Şeması