



FIRAT ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

EET-320 ELEKTRİK MAKİNALARI-II
LABORATUVARI DENEYLERİ

Deney -1: Bir Fazlı Transformatörlerde Polarite Tayini

Deney -2: Bir Fazlı Transformatörün Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi

Deney -3: Bir Fazlı Transformatörün Boşta Çalışma ve Kısa Devre Deneyi

Deney -4: Asenkron Motorlara Ototransformatör ile Yol Verme ve Stator Gerilim Değerinin Değiştirilmesi İle Hız Ayarı Yöntemleri

Deney -5: Bilezikli Asenkron Motorlar için Rotora Direnç İlave Ederek Yol Verme ve Hız Ayarı Yöntemleri

Deney No:1

Deney Adı: Bir Fazlı Transformatörlerde Polarite Tayini

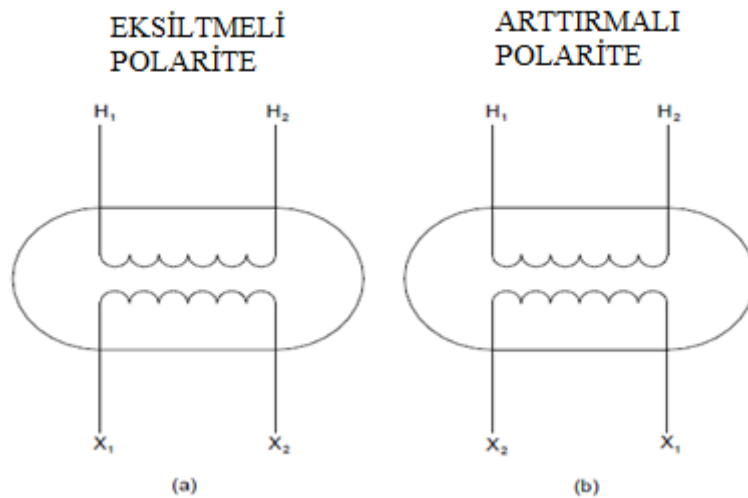
Deneyin Amacı: Bir Fazlı Transformatör Sargılarının Polaritelerini Bularak Terminal Uçlarını Belirlemek.

Transformatörlerin primer ve sekonder sargılarının her iki ucu da, alternatif gerilimin frekansına bağlı olarak zaman zaman işaret değiştirir. Transformatör sargılarında indüklenen gerilimlerin ani yönlerinin veya sargı uçlarının işaretlerinin negatif ya da pozitif olarak işaretlenmesine **polarite** denir. Sargıların polaritelerinin bilinmesi iki veya daha fazla transformatörün paralel bağlanmasında veya bir transformatörün çeşitli sargılarının kendi aralarında bağlanmalarında önemlidir.

Trafoalarda polarite tayini;

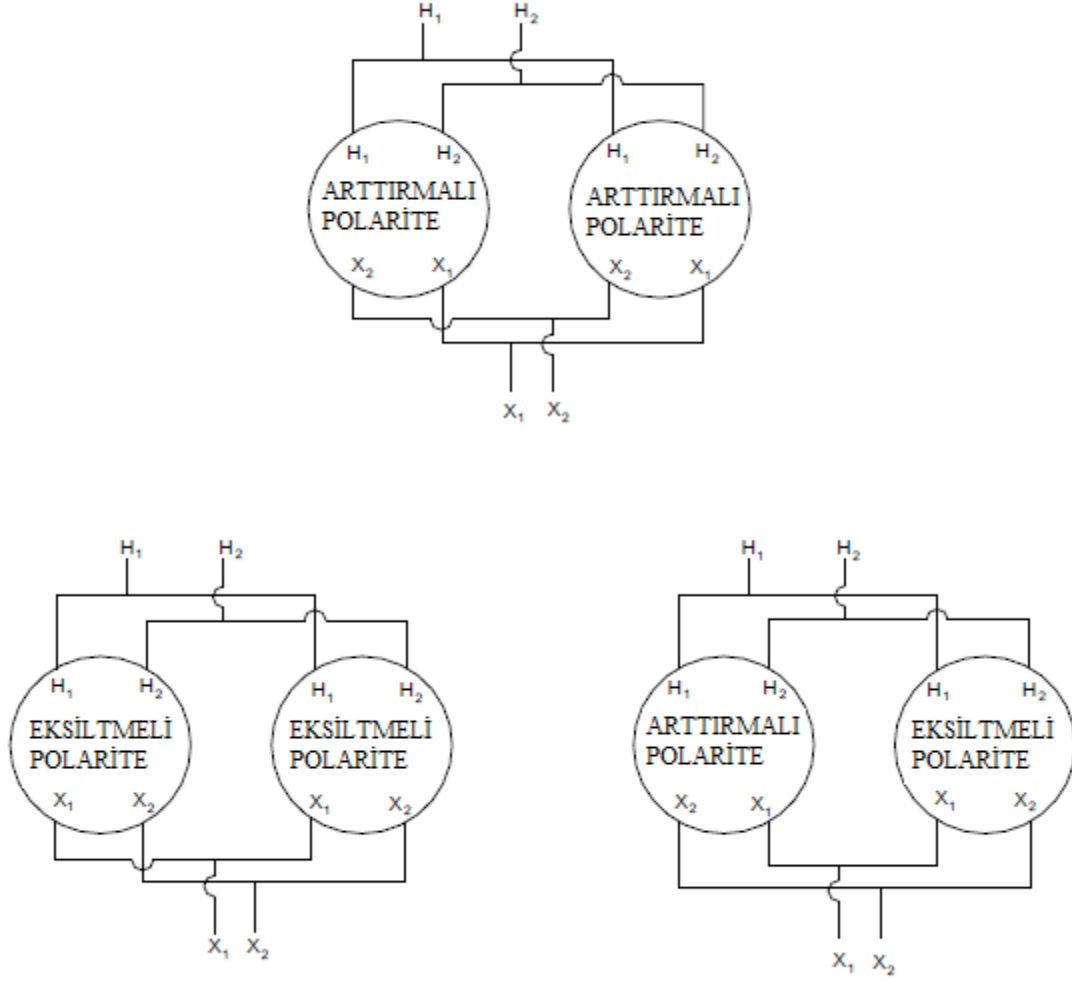
- 1-) Alternatif akım polarite kontrol metodu,
- 2-) Osiloskop kullanarak,
- 3-) Darbe metodu

olarak üç değişik yöntemle bulunabilir. Burada birinci yöntemle polarite tayini deneyi yapılacaktır. Deney de tek fazlı transformatörümüzün polarite tayini IEEE Std C57.12.00 and IEEE Std C57.12.20™-2005 standardına göre yapılacaktır.



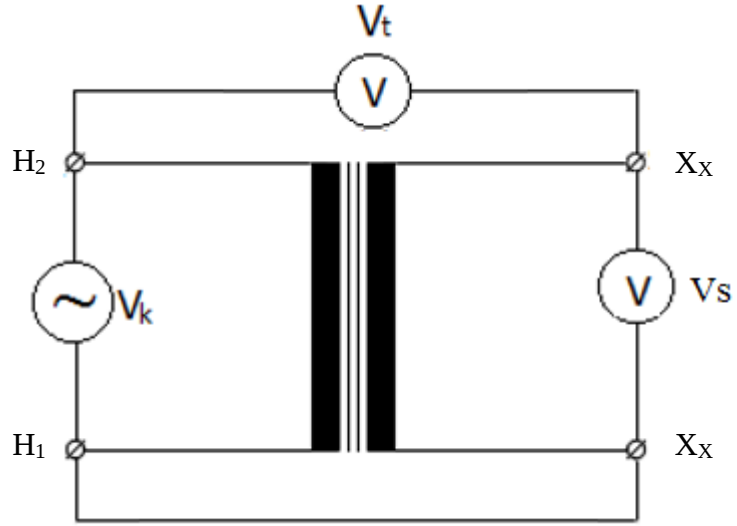
Şekil 1.1. Tek Fazlı Transformatörün Terminal Uçları

Şekil 1.1(a) eksiltmeli polariteyi gösterir. Burada X_1 ucu doğrudan H_1 ucunun karşısındadır. Şekil 1.1(b) de arttırmalı polariteyi gösterir. Burada X_1 ucu H_1 ucunun çaprazındadır.



Şekil 1.2 Tek Fazlı Transformatörlerin Paralel Bağlanması

UYGULAMA: Bir Fazlı Transformatörlerde Polarite Tayini



Şekil 1.3 Deney Bağlantı Şeması

DENEYİN YAPILIŞI

- Şekil 1.3'deki bağlantıyı kurunuz.
- Transformatörün primer ucuna nominal bir alternatif gerilim (V_k) uygulayınız.
- Sekondere bağlanan voltmetreden (V_s) gerilim değerini okuyarak tabloya yazınız.
- Primer ve sekonder arasına bağlanan voltmetreden (V_t) gerilim değerini okuyarak tabloya yazınız.
- Elde ettiğiniz değerlere göre transformatörün polaritesini tayin ederek sekonder uçlarını belirleyiniz.

Tablo- 1

V_k	V_s	V_t	Polarite

RAPORDA İSTENİLENLER

- 1-)Deneyde yapılan işlemleri kısaca anlatarak transformatörün eşdeğer devresini çizin ve polaritesini şekil üzerinde gösteriniz.
- 2-)Transformatörün temel çalışma prensibini açıklayınız.
- 3-)Transformatörler de polarite ne demektir ve polarite testi ne amaçla yapılır.
- 4-)Deney de kullanılan yöntemin dışında transformatörün polaritesini belirlemek için kullanılabilecek yöntemleri açıklayınız.

Bknz: ‘Hüseyin ALTUN’ Transformatörde Polaritenin Önemi ve Deneysel Olarak Belirlenmesi (Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi Science and Eng. J of Fırat Univ. 29(2), 137-146, 2017 29(2), 137-146, 2017)

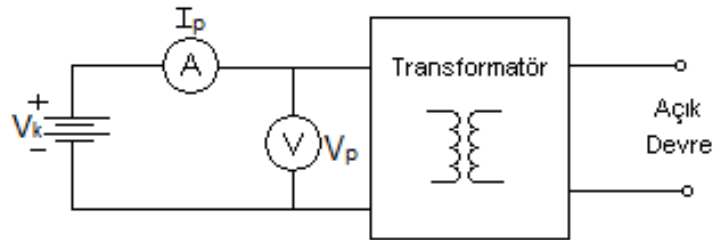
Deney No:2

Deney Adı: Bir Fazlı Transformatörün Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi

Deneyin Amacı: Bir Fazlı Transformatörün Primer ve Sekonder Sargı Dirençlerinin Nasıl Ölçüleceğinin Öğrenilmesi Ve Uygulamasının Yapılması.

Transformatör Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi:

2.1-) Transformatörün Primer Sargı Direncinin Ölçülmesi



Şekil 2.1 Transformatörün Primer Sargı Direncini Ölçme Deneyi Bağlantı Şeması

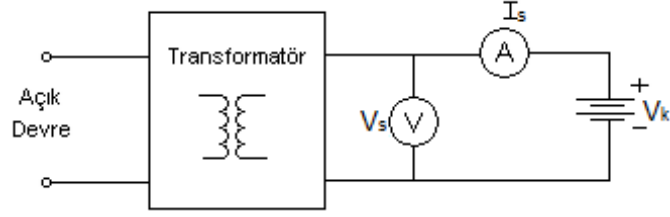
-Şekil 2.1'deki devre bağlantısını gerçekleştiriniz.

-Transformatörün primerine DC gerilim (V_k) uygulayıp her durum için ölçü aletlerindeki değerleri okuyunuz ve Tablo 2.1'e yazınız.

Tablo 2.1 Transformatörün Primer Sargı Direncinin Ölçülmesi

V_p (V)	I_p (A)	$R(p)_{dc}$ (Ω)	$R(p)_{ac}$ (Ω) ($R_{ac} = 1.2 * R_{dc}$)

2.2-) Transformatörün Sekonder Sargı Direncinin Ölçülmesi



Şekil 2.2 Transformatörün Sekonder Sargı Direncini Ölçme Deneyi Bağlantı Şeması

-Şekil 2.2'deki devre bağlantısını gerçekleştiriniz.

-Transformatörün sekonderine DC gerilim (V_k) uygulayıp her durum için ölçü aletlerindeki değerleri okuyunuz ve Tablo 2.2'ye yazınız.

Tablo 2.2 Transformatörün Sekonder Sargı Direncinin Ölçülmesi

V_s (V)	I_s (A)	$R(s)_{dc}$ (Ω)	$R(s)_{ac}$ (Ω) ($R_{ac} = 1.2 * R_{dc}$)

Transformatör Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi Deneyine İlişkin Raporda İstenilenler

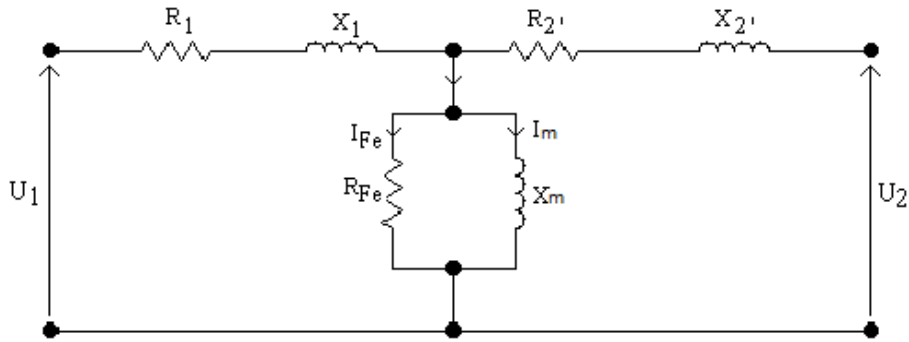
- 1-)Deneyde yapılan işlemleri kısaca anlatınız.
- 2-)Gerekli hesaplamaları yaparak Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'yi doldurunuz.
- 3-)Deney de sargı direncinin ölçülmesi için kullanılan yöntemi açıklayınız.
- 4-)Ampermetre ve voltmetrorenin devreye bağlantı sırası nelere dikkat edilerek seçilir. Açıklayınız.
- 5-) Direnç ölçmek için kullanılabilecek diğer yöntemleri açıklayınız.
- 6-)Skin Effect (Deri Etkisi) olayını açıklayınız.
- 7-)Direncin sıcaklıkla değişim grafiğini çizerek farklı sıcaklık değerleri için direncin değerinin nasıl hesaplanacağını formülünü çıkarınız.
- 8-)Transformatörün sargı direncini bulmak için primer sargısına neden DC gerilim uygulanıyor AC gerilim de uygulanabilir miydi?

Deney No:3

Deney Adı: Bir Fazlı Transformatörün Boşta Çalışma ve Kısa Devre Deneyi

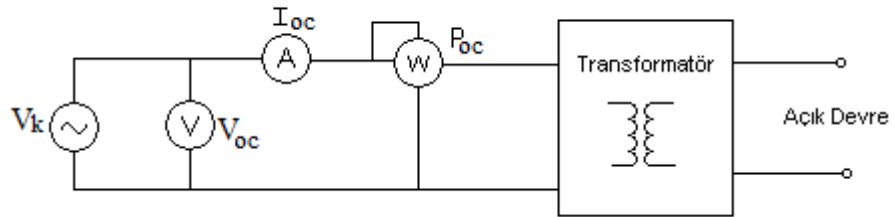
Deneyin Amacı: Boşta Çalışma ve Kısa Devre Deneylerini Gerçekleştirerek Transformatörün Devre Parametrelerini Hesaplamak ve Eşdeğer Devresini Kurmaktır.

Bir fazlı bir transformatörün eşdeğer devresi Şekil 3.1 'de görülmektedir.



Şekil 3.1 Tek Fazlı Bir Transformatörün Eşdeğer Devresi

3.1-) Transformatörün Boşta Çalışma Deneyi:



Şekil 3.2 Boşta Çalışma Deneyi Bağlantı Şeması

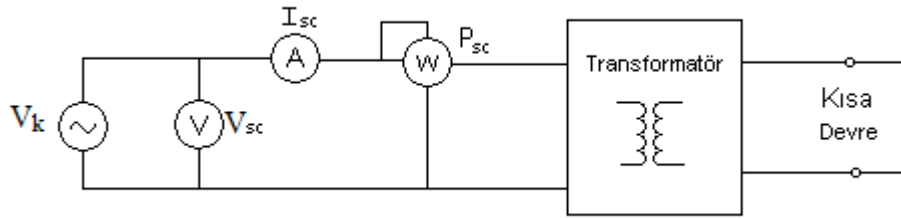
Deneyin Yapılışı:

- Şekil 3.2'deki devre bağlantısını gerçekleştiriniz.
- Primere uygulanan gerilimin (V_k) farklı değerleri için bütün ölçü aletlerindeki değerleri okuyunuz ve Tablo-3.1'e kaydediniz.

Tablo 3.1 Boşta Çalışma Deneyi Primer Akımı, Gerilimi, Gücü

V_{oc} (V)	I_{oc} (A)	P_{oc} (W)	$\cos\phi$

3.2-)Transformatörün Kısa Devre Deneyi:



Şekil 3.3 Kısa Devre Deneyi Bağlantı Şeması

Deneyin Yapılışı:

-Şekil 3.3'deki devre bağlantısını gerçekleştiriniz.

-Nominal akım değerine kadar; kısa devre akımında belli aralıklarla artış olacak şekilde transformatörün primer gerilimini (V_k) değiştirerek her durum için ölçü aletlerindeki değerleri okuyunuz ve Tablo 3.2'ye kaydediniz.

Tablo 3.2 Kısa Devre Deneyi Primer Akımı, Gerilimi, Gücü Ve Sekonder Akımı Değerleri

V_{sc} (V)	I_{sc} (A)	P_{sc} (W)	$\cos\phi$

RAPORDA İSTENİLENLER

Transformatörün Boşta Çalışma ve Kısa Devre Deneyi

- 1-)Deneyde yapılan işlemleri kısaca anlatınız.
- 2-) Boşta çalışma ve kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır açıklayınız.
- 3-) Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'deki değerleri teorik olarak beklenenler doğrultusunda yorumlayınız.
- 4-) Açık devre ve kısa devre deneyinde çekilen güçler neyi temsil eder. Açıklayınız.
- 5-)Deney verilerini kullanarak; transformatörün primer yana göre eşdeğer devre parametrelerini hesaplayarak testini yaptığınız tek fazlı transformatörün eşdeğer devresi üzerinde gösteriniz.

Deney No:4

Deney Adı: Asenkron Motorlara Ototransformatör İle Yol Verme Ve Stator Gerilim Değerinin Değiştirilmesi İle Hız Ayarı Yöntemleri

Deneyin Amacı: Asenkron Motorlarda Kullanılan Ototransformatör İle Yol Verme Ve Stator Gerilim Değerinin Değiştirilmesi İle Hız Ayarı Yöntemlerini İncelemektir.

Asenkron Motorlara Yol Verme Yöntemleri

Bir asenkron motor dururken, motorun stator sargısına nominal gerilim uygulandığında, motor bağlı olduğu şebekeden nominal akımının 5-6 katı daha büyük bir akım çeker. Büyük güçlü motorlarda ve bunların çalışabileceği zayıf şebekelerde (iç empedansı oldukça büyük) bu akım, şebeke geriliminde azalma meydana getirir. Bu tip motorların çok olması halinde ise, şebeke bu akımı sağlayamayabilir. Bu sebeplerden dolayı motorun yol alma akımını sınırlamak lazımdır.

Pratikte kullanılan yol verme yöntemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Doğrudan doğruya şebekeye bağlanarak yol verme,
2. Ototransformatör ile yol verme,
3. Stator yanına tristör ya da direnç bağlayarak yol verme,
4. Yıldız üçgen yol verme,
5. Rotora direnç ilave ederek yol vermedir. (Bu yöntem sadece bilezikli asenkron motorlarda kullanılabilir.)

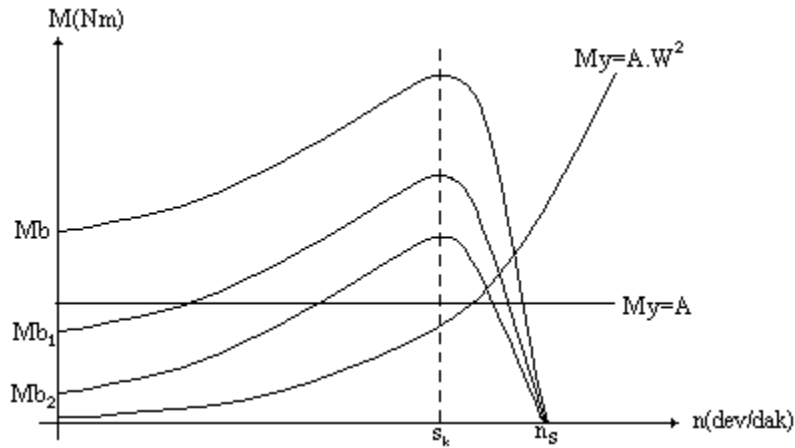
Doğrudan Doğruya Şebekeye Bağlanarak Yol Verme

Motorları besleyen şebekenin büyüklüğü, bu yöntemle yol verilecek motorların gücünü belirler. Doğrudan doğruya bağlama ile yol verme, bir kaç beygir güçlü (5 kW "a kadar) motorlar için uygulanabilir. Bu yöntemin yararları, yol verme işleminin sade ve gerekli tesisatın ucuz olmasıdır. Ayrıca büyük akımla yol alma, ivmenin büyük olmasını ve motorun nominal hızına daha kısa zamanda ulaşmasını sağlar.

Ototransformatör İle Yol Verme

Yöntemin esası, yol alma akımını küçük tutmak için, stator sargılarına düşük gerilim uygulamaktır. Motor hızlandıkça, bu gerilimde arttırılır ve nominal gerilime çıkartılır. Stator akımı I_s , stator gerilimi U_s ile orantılıdır. Ayrıca M_k devrilme momentı ise stator geriliminin karesi (U_s^2) ile orantılıdır. O halde I_s akımını uygulanan gerilimle azaltırken M_k 'da azalacaktır.

Bu nedenle kalkış momenti (M_b)'nin, yük momentinden (M_y) büyük olup olmadığı ($M_b > M_y$) kontrol edilmelidir.



Şekil 4.1 Bilezikli asenkron motora uygulanan değişik gerilimlerdeki moment-hız karakteristikleri

Asenkron Motorlarda Hız Ayarı Yöntemleri

Asenkron motorun normal çalışma bölgesinde devir sayısı yükü çok az değişim göstermektedir. Endüstride birçok iş makinası, değişik bir kaç devir sayısı ile çalışabilen ya da çoğu zaman sürekli hız ayarı yapılabilen motorlara ihtiyaç gösterir. Asenkron motorun ucuz olması, fırça ve kollektörünün bulunmaması nedeni ile az arıza yaparak sürekli çalışma imkanının bulunması, bu motorların yaygın olarak kullanılmasına ve hız ayarının da yine asenkron motorlar yardımı ile yapılmasına yol açmıştır.

Asenkron motorlarda hız ayarı ilkeleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

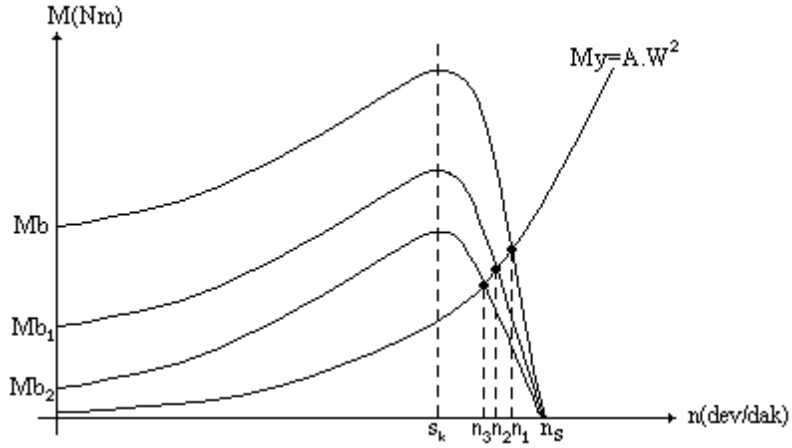
1. Statora uygulanan gerilimin frekansının değiştirilmesi,
2. Statora uygulanan gerilim değerinin değiştirilmesi,
3. Stator sargısı kutup sayısının değiştirilmesi,
4. Rotora bağlanan direncin değiştirilmesi,
5. Rotor sargılarına dış kaynaktan gerilim uygulanmasıdır.

Statora Uygulanan Gerilim Değerinin Değiştirilmesi İle Hız Ayarı

Asenkron motorun momenti, gerilimin karesi ile doğru orantılı olarak değiştiği bilinmektedir. Gerilim nominal değerinin yarısına düştüğünde moment dörtte birine düşer. Momentin hızla değişimi değişik stator gerilimleri için Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Şekilde belli bir yük momentini için stator gerilimi nominal değerinde iken, motorun dönme sayısı n_1 , yarı

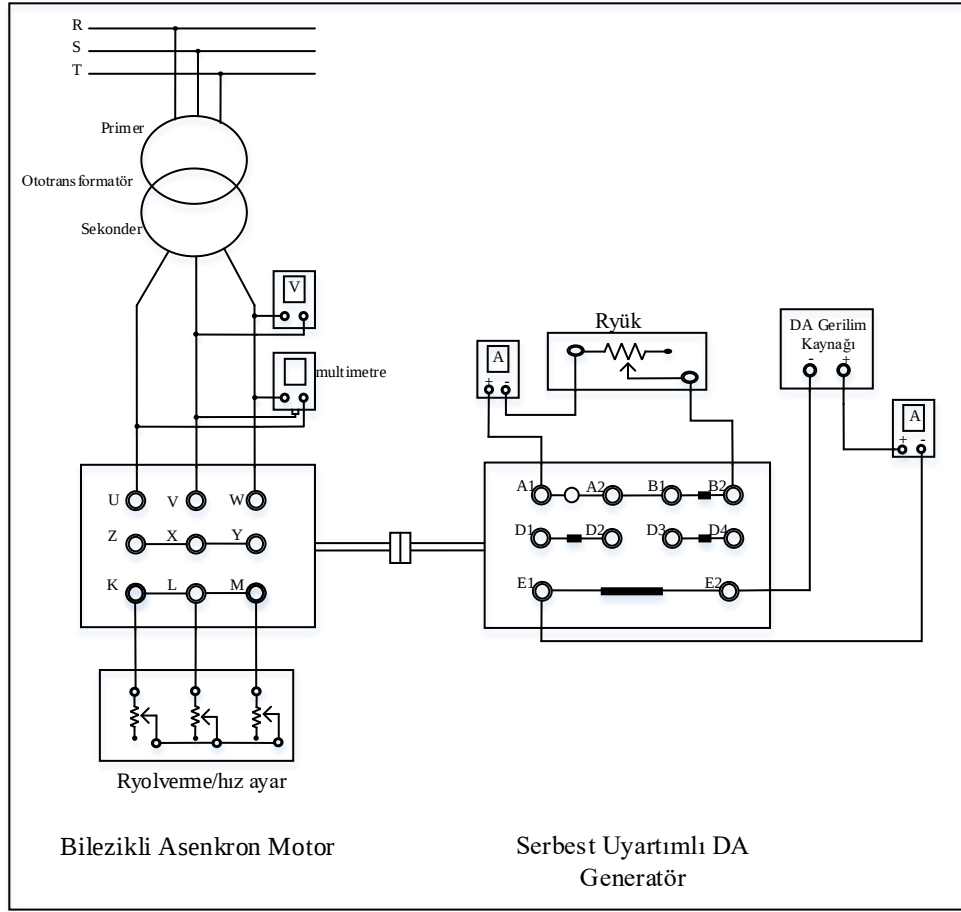
gerilimde ise n_2' dir ve $n_2 < n_1$ 'dir. Böylece dönme sayısı, belli bir yük için prensip olarak stator geriliminin değeri ile ayar edilmiş olur.

Maksimum momentin değeri ve moment, stator geriliminin karesi ile değiştiğinden, gerilim azaldığında moment de karesel olarak azalacağından, bu hız ayar yöntemi endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem küçük güçlü sincap kafesli motorlarda, vantilatör tahrikinde kullanılmaktadır.



Şekil 4.2 Bilezikli asenkron motora uygulanan değişik gerilimlerdeki moment-hız karakteristikleri

Uygulama: Asenkron Motorlara Ototransformatör İle Yol Verme Ve Statora Uygulanan Gerilim Değerini Değiştirerek Hız Kontrolü



Şekil 4.3 Deney Bağlantı Şeması

Deneyin Yapılışı

-Şekil 4.3'deki bağlantıları gerçekleştiriniz.

-Rotor sargısına bağlı, yol verme direncini sıfır konumunda tutunuz. Yani rotor sargısına ilave direnç eklenmemiştir.

- Ototransformatörün sekonder devresine bağlanmış olan voltmetreye bakarak, sekonder gerilimini sıfır değerinden başlayarak anma gerilimine kadar artırınız.

-Asenkron motoru nominal gerilimde yük direnci üzerinden yavaş yavaş yükleyiniz ve motorun momentini boşa çalışma değerinden, anma değerine kadar kademeli olarak ayarlayınız.

-Her kademe için I (akım), P_{el} (giriş gücü), $\cos \phi$, $I_{yük}$ ve n (hız) değerlerini ölçerek tablo halinde yazınız.

-Bu deneyi U_s gerilimini değiştirerek tekrarlayınız.

Tablo 4.1

$U_s(V)$	$I(A)$	$P_{el}(kW)$	$\cos\phi$	$n(dev/dk)$	%S(kayma)	$W(rd/sn)$

Tablo 4.2

$U_s(V)$	$I(A)$	$P_{el}(kW)$	$\cos\phi$	$n(dev/dk)$	%S(kayma)	$W(rd/sn)$

Raporda İstenilenler

- 1-)Asenkron motorun yapısını ve çalışma prensibini anlatınız.
- 2-)Rotor sargılarına göre asenkron makinaları sınıflandırınız ve birbirlerine karşı avantaj ve dezavantajlarını açıklayınız. Deneydeki asenkron makinanın türünü belirtiniz.
- 3-)Asenkron motorların yol verme ve hız ayarı yöntemlerini araştırınız? Bu yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları nelerdir?
- 4-)Yol verme ve hız ayar yöntemlerinin nasıl uygulandığını araştırınız?
- 5-)Yol verme ve hız ayar yöntemlerinin her biri için motorun çalıştırılacağı yk türleri yöntemlere göre farklılık gösterir mi?

Bknz: Elektrik Makinalarının Temelleri Stephen J.Chapman

(eviri Prof.Dr.Erhan Akın Yrd.Doç.Dr. Ahmet Orhan)

Deney No:5

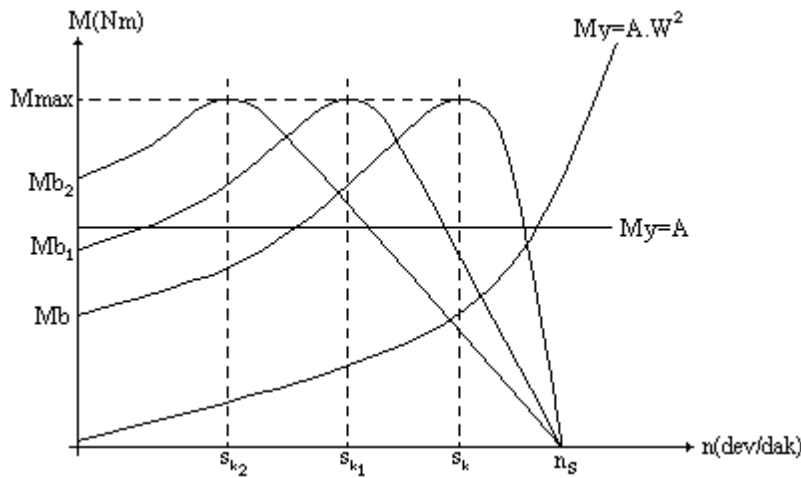
Deney Adı: Bilezikli Asenkron Motorlar İçin Rotora Direnç İlave Ederek Yol Verme ve Hız Ayarı Yöntemi

Deneyin Amacı: Sadece Bilezikli Asenkron Motorlar İçin Kullanılan Rotora Direnç İlave Ederek Yol Verme ve Hız Ayarı Yöntemini İncelemektir.

Bilezikli Asenkron Motorların Rotoruna Direnç İlave Ederek Yol Verme

Rotora direnç ilave ederek yol verme, rotorunda fırça-bilezik bulunan ve sargı uçları dışarıya çıkarılmış olan rotorlu sargılı motorlarda gerçekleştirilebilir.

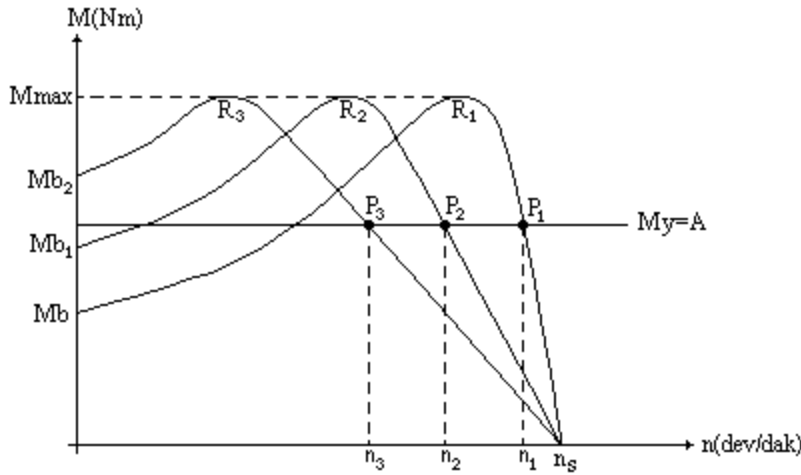
Devrilme kaymasının $S_k = R_r' / X_T$ bağıntısında eğer R_r' direncini değiştirirsek S_k 'da değişir. M_k devrilme momenti R_r' ne bağlı olmadığından değişmez. Rotor sargılarına ilave bir direnç bağlamakla hem kaymaktan çekilecek akım sınırlanır hem de M_b kalkış momenti büyütülür. Başlangıç momentinin rotora direnç ekleyerek büyütülmesinin, motorun milinde M_y gibi bir yük momenti varsa büyük bir avantajı vardır. Başlangıç anında yük momenti M_y , başlama momenti M_b 'den büyükse yani $M_y > M_b$ ise motor harekete geçemez. Motorun harekete geçmesi için başlama momentini büyültmek gereklidir. Bunun için rotor devresine direnç ilave ederek motorun başlama momenti büyütülür ve $M_b > M_y$ olduğunda motor hareket eder. Motor nominal hızına gelince ilave dirençler devre dışı bırakılır.



Şekil 5.1 Bilezikli asenkron motorda rotora direnç bağlayarak elde edilen moment-hız karakteristikleri

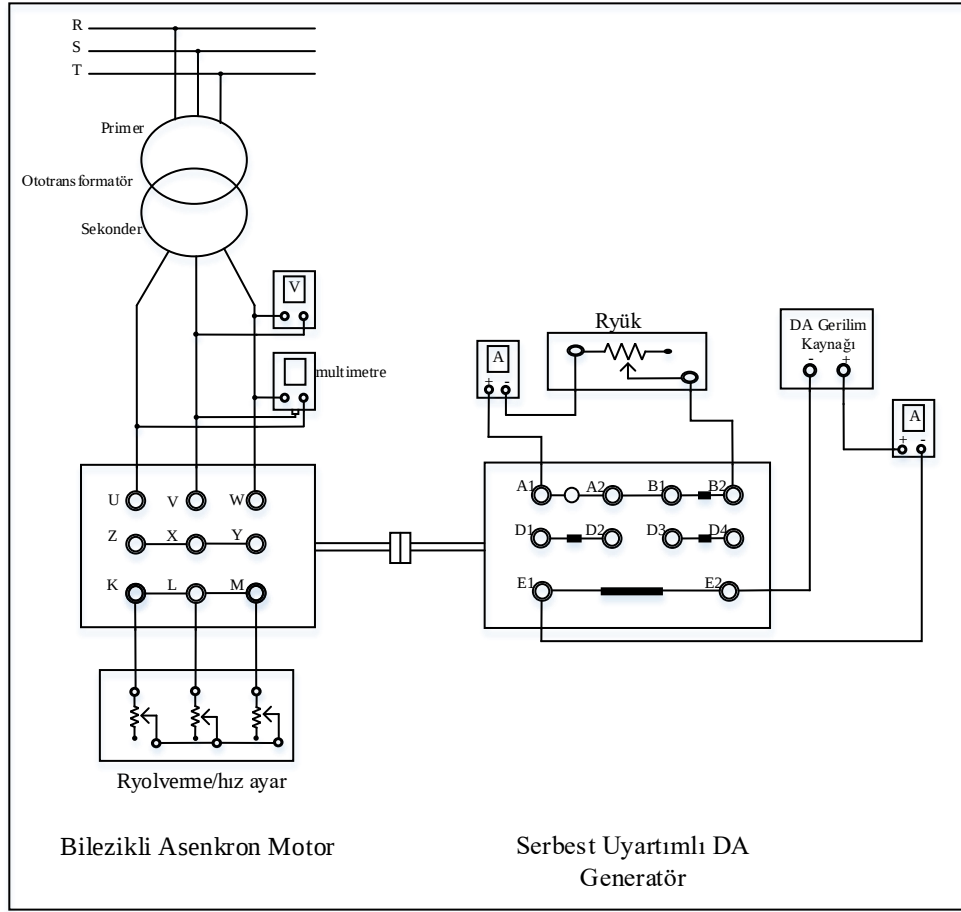
Rotora Bağlanan Direncin Değiştirilmesi İle Hız Ayarı

Rotor sargısına direnç ilave ederek hız kontrolü, ancak uçları bilezik-fırça üzerinden dışarıya alınmış olan bilezikli motorlarda yapılabilir. Bilezikli asenkron motorun, rotora ilave edilen dirençlerle moment karakteristiğinin değiştirilebileceği yol verme bölümünde gösterilmişti. Rotor sargısına bağlı seri dirençlerin değişik değerleri için moment-hız karakteristiği Şekil 5.2’de gösterilmiştir. Bilezikli asenkron motorda $R_1 < R_2 < R_3$ dirençlerinin rotor sargısına ilave edilmesi ile değişik moment-hız karakteristikleri elde edilir. Şekil 6.2’de yük momentine ait karakteristik, motor moment karakteristiklerini n_1 , n_2 ve n_3 devir sayılarında keser. Böylece belli bir yük için, rotorun R_1 direncinde devir sayısı n_1 , R_2 direncinde n_2 ve R_3 direncinde de n_3 olur. Büyük rotor direncinde P_3 noktasındaki çalışmada yük momentinin küçük değişimler göstermesi halinde hız çok değişirken, P_1 noktasında da (örneğin küçük rotor dirençlerinde) hız az değişir.



Şekil 5.2 Bilezikli asenkron motorda rotora seri direnç bağlayarak elde edilen moment-hız karakteristikleri

Uygulama: Bilezikli Asenkron Motorun Rotor Sargısına Direnç İlave Ederek Yol Verme Ve Hız Ayarı



Şekil 5.3 Deney Bağlantı Şeması

Deneyin Yapılışı

- Şekil 5.3'deki bağlantıları gerçekleştiriniz.
- Motor gerilimini nominal değerine ayarlayınız.
- Şekil 5.3'deki bağlantı şemasında asenkron motorun rotor sargılarına bağlı bulunan, yıldız bağlı yol verme direncini basamak basamak değiştiriniz
- Rotora bağlı direnci ilk önce 1.kademeye getiriniz. Asenkron motoru nominal gerilimde yük direnci üzerinden yavaş yavaş yükleyiniz ve motorun momentini boşa çalışma değerinden, anma değerine kadar kademeli olarak ayarlayınız.
- Her kademe için I (akım), P_{el} (giriş gücü), $\cos \phi$, $I_{yük}$ ve n (hız) değerlerini ölçerek tablo halinde yazınız.

-Bu deneyi, gerilimi nominal değerde sabit tutarak yol verme/hız ayar direncini 2.kademeye getirerek tekrarlayınız.

Tablo 5.1

U(V)	I(A)	P _{el} (kW)	cos _φ	n(dev/dk)	%S(kayma)	W(rd/sn)

Tablo 5.2

U(V)	I(A)	P _{el} (kW)	cos _φ	n(dev/dk)	%S(kayma)	W(rd/sn)

Raporda İstenilenler

1-)Asenkron motorlarda ototransformatör ile yol verme ve sadece bilezikli asenkron motorlarda kullanılan rotora direnç ilave ederek yol verme yöntemlerini birbiriyle kıyaslayınız.

2-)Asenkron motorlarda stator gerilim değerinin değiştirilmesi ile hız ayarı ve sadece bilezikli asenkron motorlarda kullanılan rotora direnç ilave ederek hız ayarı yöntemlerini birbiriyle kıyaslayınız.