

17. ÜNİTE

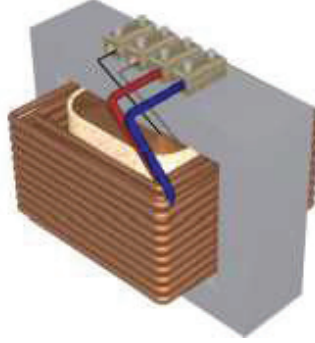
TRANSFORMATÖRLER

KONULAR

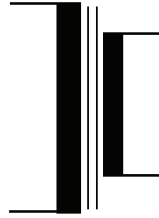
1. ÇALIŞMA PRENSİBİ VE SEMBOLLERİ
2. TRANSFORMATÖRLERİN YAPISI VE ÇEŞİTLERİ

17.1 ÇALIŞMA PRENSİBİ VE SEMBOLLERİ

Transformatörler, elektromanyetik indüksiyonla enerjiyi bir devreden diğer devreye geçirirler. Bu özelliği sayesinde giriş gerilimi düşürülür ya da yükseltilir (Resim 17.1).



Resim 17.1 Transformatör

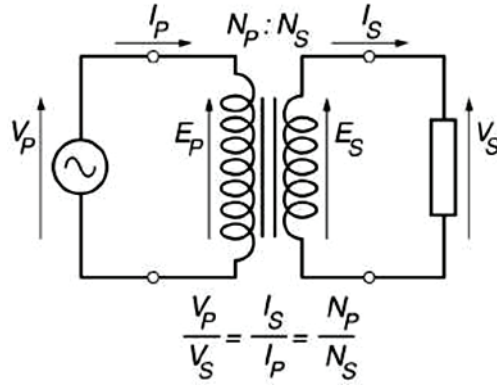


Şekil 17.1 Transformatörün sembolü

17.1.1 Çalışma Prensibi

Transformatörün primer sargısına alternatif bir gerilim uygulandığında bu sargı değişken bir manyetik alan oluşturur. Bu alan, üzerinde sekonder sargısının da bulunduğu manyetik demir nüve üzerinde devresini tamamlar. Primere uygulanan alternatif gerilimin zamana bağlı olarak her an yön ve şiddeti değiştiğinden oluşturduğu manyetik alanında her an yönü ve şiddeti değişir. Bu alanın sekonder sargılarını kesmesi ile sargılarda alternatif bir gerilim indüklenir (Şekil 17.2).

Transformatörlerin primer sargılarına doğru gerilim uygulandığında gene bir manyetik alan meydana gelir. Ancak bu manyetik alan, sabit bir alandır. Bu alanın yönü ve şiddeti değişmeyeceğinden sekonder sargılarında bir (elektro motor kuvveti) emk indüklemesi söz konusu olmaz.



Şekil 17.2 Transformatör prensip şeması

17.2 TRANSFORMATÖRLERİN YAPISI VE ÇEŞİTLERİ

Transformatörler elektrik enerjisinin gerilim ve akım değerlerini frekansta değişiklik yapmadan ihtiyaca göre değiştiren elektrik makinesidir.

Elektromanyetik endüksiyon prensibiyle (değeri değişen manyetik alanların etkisinde kalan iletken sargılarda endüksiyon gerilimleri meydana gelir.) elektrik enerjisini bir veya birkaç devreye aynı frekansta fakat farklı değerlerdeki gerilimlere ve akıma dönüştüren elektrik makinesidir.

Transformatörlerin hareket eden parçaları olmadığı için verimi yüksektir. Verimleri %99,6 değerine kadar çıkabilir.

Elektrik santralleri kullanılan yakıta yakın yerlerde tesis edildikleri için çoğu zaman tüketim merkezlerine uzakta bulunur. Bu sebepten elektrik enerjisi, üretildiği yerden uzak bölgelere iletilebilmesi gerekmektedir.

Santrallerdeki alternatörlerde üretilen alternatif akımın gerilim değeri 0,4- 3,3- 6,3-10,6-13-14,7-15,8 ve 35 kV'tur. Bu düşük değerdeki gerilimlerin uzak yerlerdeki tüketim merkezlerine iletilmesi için yükseltilmesi gerekir. Alternatif akımın gerilim değerinin yükseltilmesi ise günümüzde transformatörlerle yapılmaktadır.

Ülkemizde transformatörlerle yükseltilip, enerji nakil hava hatları ile tüketim merkezlerine iletilen gerilim değerleri 15-34,5-66-154-380 kV'tur. Bu gerilim değerleri tüketim merkezlerinde kullanma gerilimi olarak 220 ve 380 voltluk alçak gerilim değerine düşürülmesi transformatörlerle sağlanmaktadır.

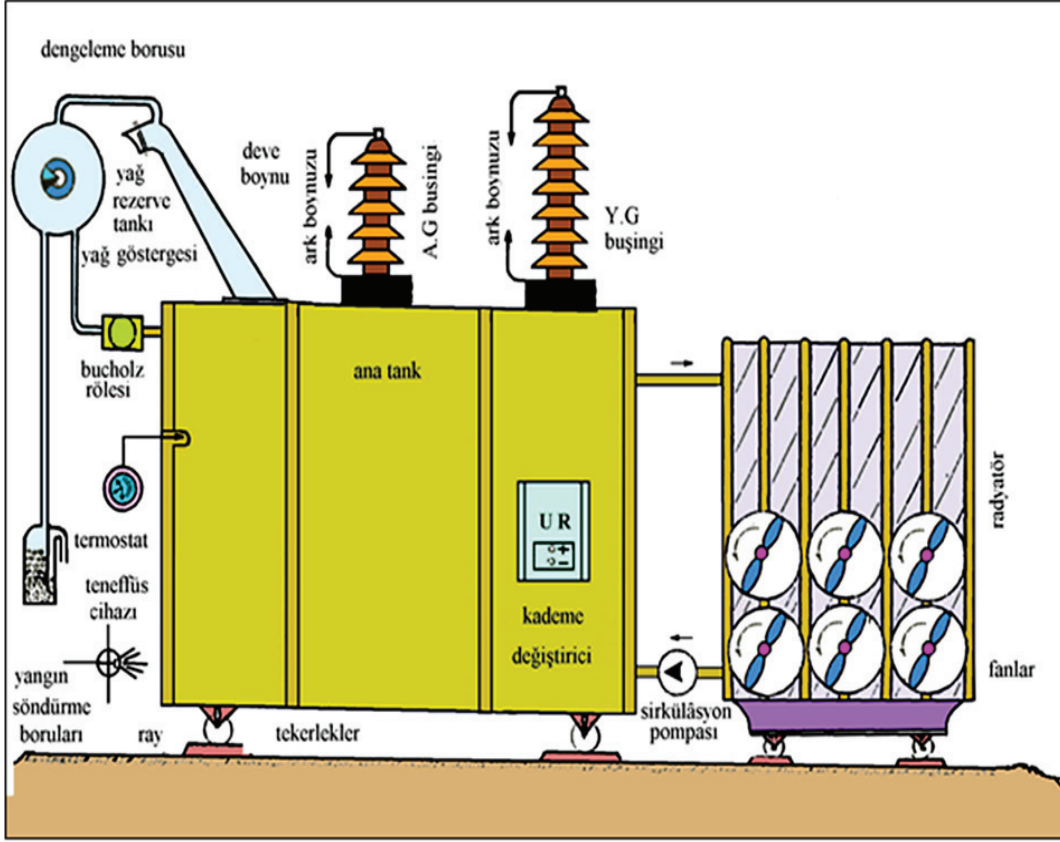
Elektrik enerjisinin iletilmesi ve dağıtılması için gerilim değerlerinin değiştirilmesinde transformatörlerin önemi büyüktür.

Transformatörler gerilimi yükseltmek için kullanıldıkları gibi düşürmek için de kullanılır. Santral çıkışında yükseltici, tüketim merkezlerinde ise düşürücü olarak kullanılır.

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

Tüketim merkezlerinde alıcılara verilen gerilimin sabit değerde olması gerekir. Sabit gerilimi verebilmek için sekonder den alınan gerilim değerinin değişmeyen bir değere ayarlanması ile sağlanır. Eğer transformatörün primer sargıları sabit bir şebekeden besleniyorsa sekonder gerilimin ayarı dönüştürme oranının değiştirilmesi ile yapılır.



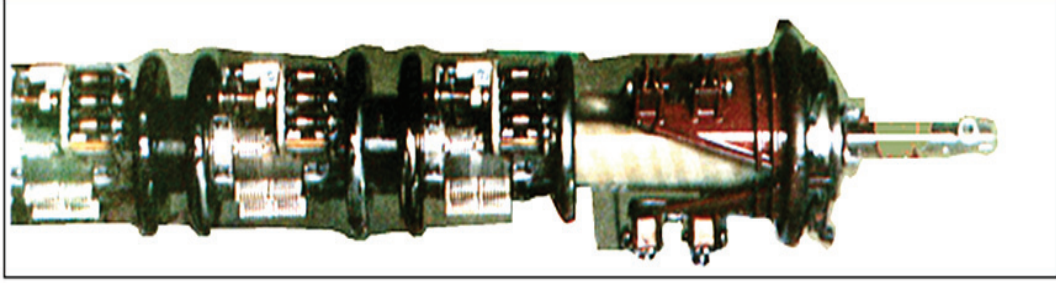
Şekil 17.3 Güç transformatörlerinin yardımcı üniteleri

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Dönüştürme oranıyla gerilimi değiştirerek sabitlemek için sargılardan uçlar çıkartılır. Gerilimin ayar sınırına göre çıkan uçların sayısı hesaplanır. Dağıtım transformatörlerinde % 5 lik gerilim ayarı yeterli olur. Enerji nakil hatlarının uzun olduğu büyük güçlü yüksek gerilim transformatörlerinde ise % 20 kadar olabilir.

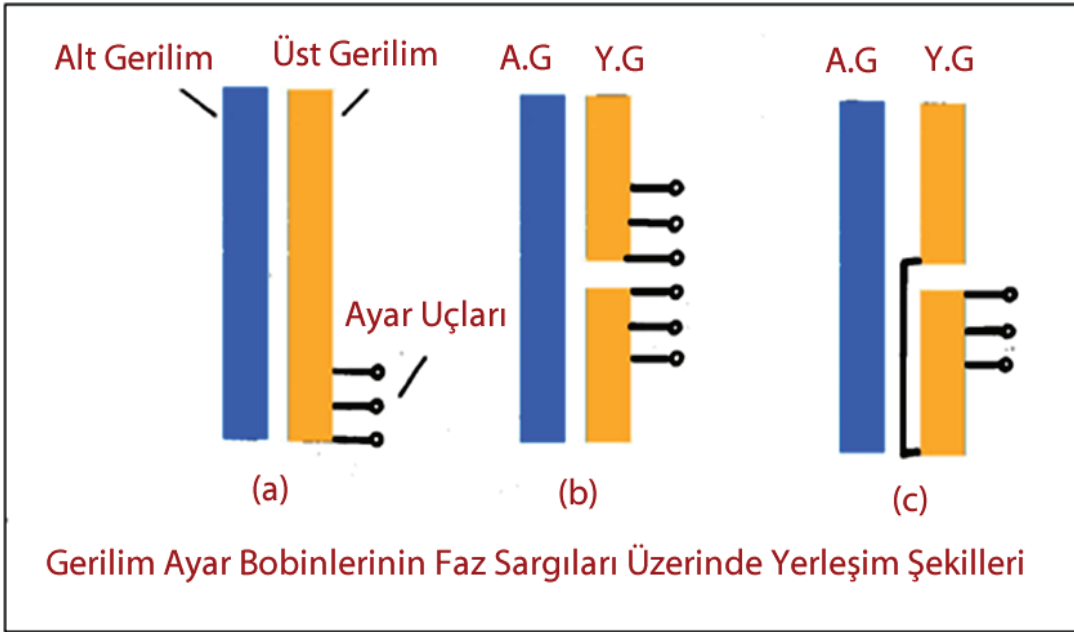
Transformatörlerde dönüştürme oranını değiştirerek, gerilim ayarı ya kademeli olarak ya da sürekli olarak yapılır. Kademeli olarak gerilim ayarı boşta veya yük altında yapılabilir. Gerilimin ayarı özel olarak yapılmış bir kademe değiştirici şalterden

faydalanılır.



Resim 17.2 5 MVA gücündeki bir trafonun kademe şalteri

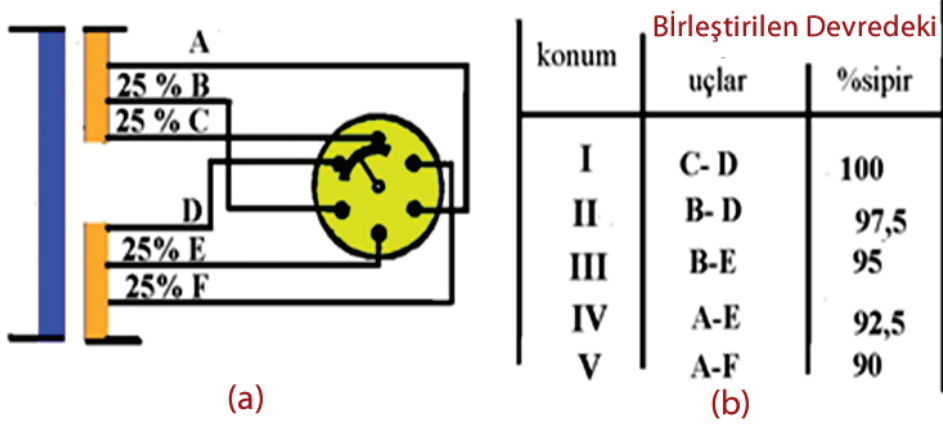
Gerilim ayarının yük altında yapılırken enerjinin kesilmemesi için gerilim ayarı için çıkarılan ayar bobini uçlarının kısa devre olmamasına dikkat etmek gerekir. Yük altında gerilim ayarı yapabilmek için bir ayar sargısı (tersiyer sargı), paralel sargılar, koruyucu olarak reaktans bobini veya dirençler kullanılır.



Şekil 17.4 Gerilim ayar bobinlerinin yerleştirilişi

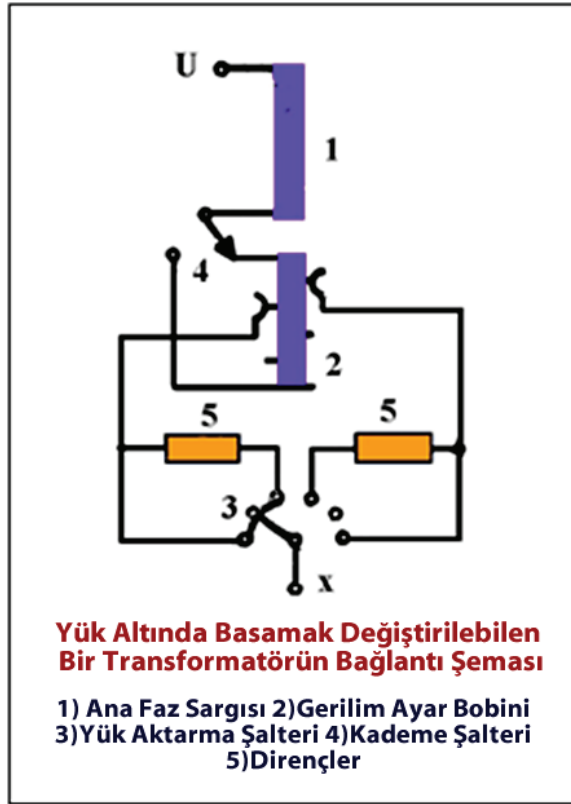
Günümüzde gerilim ayarının yapılabilmesi için şalt sahalarında tesis edilen yüksek gerilimli ve geniş bir gerilim ayar sahası içerisinde görev yapabilecek büyük güçteki oto transformatörlerinden de yararlanılmaktadır.

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI ELEKTRİK BİLGİSİ



Boşta Gerilim Ayarı Yapan Şalterlerin
a) Transformatöre Bağlantısı b) Kademedeki Sargı Yüzdeleri

Şekil 17.5 Boşta gerilim ayarı yapan şalter



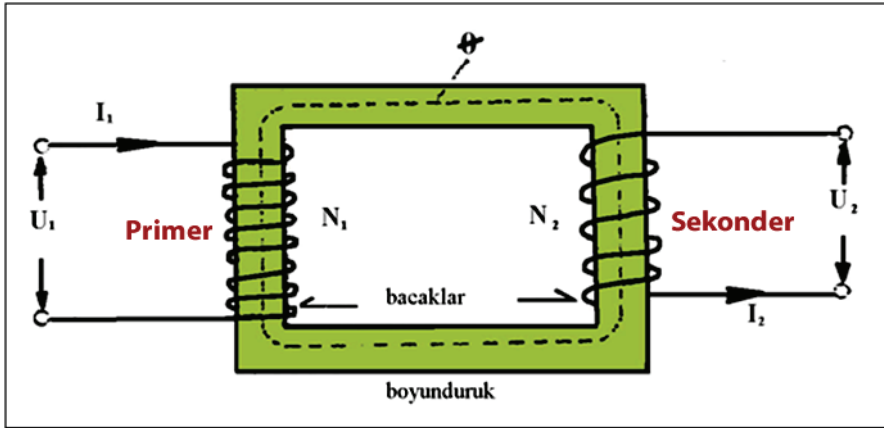
Şekil 17.6 Yük altında basamak değiştirebilen bir transformatörün bağlantısı

Tersiyer sargı: Transformatörlerde bir primer ve iki sekonder sargısı bulunursa bu ikinci sekonder sargıya tersiyer sargı denir. Bu sargıdan amaç iki ayrı trafo yerine bir trafo kullanarak bir üründen farklı iki ayrı sekonder gerilimi elde etmektir.

17.2.1 Özellikleri

Transformatörler demir nüve ve iletken sargılar olmak üzere iki kısımdan oluşur. Demir nüve birer yüzleri yalıtılmış 0,30-0,50 mm kalınlığında özel silisli saclardan yapılır. Transformatör silisli sacların üst üste konularak sıkıştırılması ile elde edilen nüve ve bunun üzerine yalıtılmış iletkenlerden sarılan sargılardan oluşur.

Transformatörlerde nüve üzerine sarılan iki ayrı sargı bulunur. Bu sargılardan birinci devreye primer denir ve gerekli değerdeki alternatif akım kaynağına bağlanır. Alternatif akım elektrik enerjisinin primere göre değişik değerlerde alındığı ikinci devre sargısına ise sekonder denir. Sekonder gerilimi primer geriliminden büyük olan trafo (transformatör) yükseltici trafo olarak kullanılır. Primer devreye uygulanan gerilim sekonder devreden alınan gerilimden büyük olan trafoya ise düşürücü trafo denir.



Şekil 17.7 Transformatörün prensip şekli

Şekil 17.7'de görüldüğü gibi transformatörlerin primer devresi olan sargıya uygun değerde bir alternatif akım uygulandığını düşünelim. Primer sargıdan geçen akım demir nüve üzerinde yönü ve şiddeti değişen bir manyetik alan meydana getirir. Demir nüve üzerinde meydana gelen bu manyetik alan sekonder sargının sarıldığı bacak üzerinden devresini tamamlar.

İndüksiyon prensibine göre değişken manyetik alan etkisinde bulunan bir iletken bobininin uçlarında değişken bir gerilim indüklenir. Bu duruma göre primer sargıya uygulanan gerilimin etkisiyle sekonder sargının sarıldığı bulunduğu bacak üzerindeki bu değişken manyetik alanın etkisiyle sekonder bobin üzerinde bir E.M.K. indüklenir. Bu yöntemle primer ve sekonder sargılar arasında hiçbir elektriksel bağ-

lantı olmadığı halde sekonder sargı uçlarında indüksiyon yolu ile bir gerilim indüklenmiştir.

Giriş ve çıkış devresinin aynı nüve üzerine sarıldığı oto trafolarında ise sargılar arasında elektriksel bağlantı bulunur.

Transformatörlerde manyetik nüve üzerinde sargıların bulunduğu kısma bacak veya ayak denir. Bunları birleştiren üst ve alt bağlantı kısmına ise boyunduruk denir.

Transformatörler kullanma amaçlarına göre değişik tip ve şekillerde imal edilir. Ölçü trafoları, oto trafoları, bir fazlı trafolar ve üç fazlı güç trafoları olmak üzere çeşitli tipleri vardır. Konumuzla ilgili olarak enerji üretim ve tüketim merkezlerinde kullanılan üç fazlı güç transformatörlerinin yapısını inceleyelim.

Güç trafolarını meydana getiren en önemli iki kısmı manyetik nüve ve sargılardır.

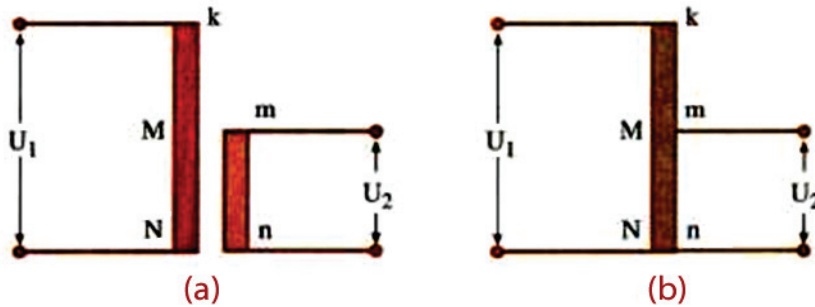
17.2.2 Transformatör Çeşitleri

Transformatörler

- Oto Transformatörleri,
- Ölçü transformatörleri (gerilim ve akım trafoları)
- Kaynak transformatörleri (ark kaynak makinesi ve elektrik direnç kaynak makineleri) olmak üzere üç kısma ayrılır.

17.2.2.1 Oto Transformatörleri

Primer ve sekonder sargıları elektriksel olarak birbirleriyle bağlantılı olan transformatörlere Oto Transformatörü adı verilir.



Şekil 17.8 Oto transformatörünün basit yapısı

Oto transformatörlerinde tek bir sargı vardır. Primer ve sekonder sargılar bu sargının bir parçası durumundadır. Bundan dolayı sargının toplam sarım sayısı diğer

transformatörlere oranla daha azdır.

Tek sargıdan dış devreye Şekil 17.8'de görüldüğü gibi istenilen her gerilim değerini alabilecek şekilde çeşitli uçlar çıkarmak mümkündür. Bu nedenle oto transformatörleri aynı zamanda bir potansiyometre gibi de kullanılabilir.

7.2.2.2 Ölçü Transformatörleri

Yüksek gerilim devrelerinde ölçü aletleri ile büyük akım ve gerilim değerlerini doğrudan ölçmek çok tehlikeli ve zor bir yöntemdir. Ölçü aletlerini yüksek akıma dayanacak kesitte, yüksek gerilimde yalıtım problemleri ortaya çıkar. Bu olumsuzluktan dolayı belli bir akım ve gerilim değerinden sonra yüksek gerilim devrelerinde ölçü transformatörleri kullanılır.

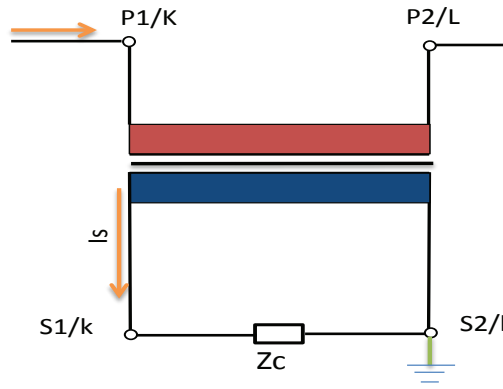
Ölçü transformatörleri yüksek gerilim şebekelerinin en önemli parçalarından birisidir. Yüksek gerilim ve akım değerleri, ölçü transformatörlerinin sekonder sargılarında ölçü aletlerinin rahatlıkla ölçebileceği bir değere düşürülür.

Ölçü transformatörleri; çalışanları yüksek gerilimden koruyan, ölçümlerin güven içinde yapılmasını sağlayan bir devre elemanıdır.

Ölçü transformatörleri; akım ve gerilim transformatörü olmak üzere ikiye ayrılır.

• Akım Transformatörleri

Akım transformatörleri üç fazlı sistemde her faza seri olarak bağlanır. Sekonderlerine ise ölçü aletleri ve röleler bağlanır. Akım transformatörlerinin bağlantılarında sekonder uçlarda elde edilen akım değeri ile primer ve sekonder akım değerleri arasındaki faz farkının ortadan kaldırılması önemlidir. Aksi halde sekonder sargılardan istenilen sekonder akım elde edilmez. İşte bu nedenlerden dolayı akım transformatörlerinin sekonder sargıları üç fazlı bir sistemde yıldız veya üçgen bağlanır.



Şekil 17.9 Alçak Gerilim akım trafosuna yük (Z_c) bağlantısı

Akım Transformator Montaj ve Bağlantı İşlem Sırası

- Proje, şema veya deneyiniz için gerekli olan akım transformatorünü etiket değerlerine göre belirleyiniz.
- Akım transformatorünün tipini montaj edileceği yere göre seçiniz.
- Bağlantı için gerekli el aletlerini temin ediniz.
- Önce akım transformatorünün montaj yerlerinden bağlantısını yapınız.
- Bağlantının sallanmayacak şekilde olmasına dikkat ediniz.
- Eğer bara tipi bir akım transformatorü kullanıyorsanız barayı sıkıştırarak elemanları takmayı unutmayınız.
- Primer bağlantılarını yapınız.
- Kabloların sarkmamasına dikkat ediniz.
- Kabloları, kablo kanalı veya kablo bağı ile düzeltiniz.

Akım Transformator Montaj ve Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

- Akım transformatorünün bağlantılarını kontrol ediniz. Sıkı bir şekilde olmasını sağlayınız.
- Elektriksel bağlantıları uygun kalınlıkta iletken ile yapılmalıdır.
- Elektriksel bağlantıların projeye uygunluğunu kontrol ediniz.
- Akım transformatorünün gövde ve sekonder ucunun topraklamasını ölçü aleti ile kontrol ediniz.
- Emniyet için transformatorün sekonder uçları kısa devre edilmelidir.

• Gerilim Transformatorleri

Bağlı oldukları devredeki primer gerilimi istenen oranda küçülterek bu gerilimle sekonder terminallerine bağlı aletleri besleyen ve onları yüksek gerilimden izole eden özel trafolar, gerilim transformatorleri denir. Gerilim trafoları; "primer" dediğimiz esas devre gerilimini, manyetik bir kuplaj ile (genellikle) küçülterek "sekonder" dediğimiz ikinci devreye aktarır ve bu devreye bağlı cihazların gerilime duyarlı elemanlarının enerjilenmesini sağlarlar. Örneğin, voltmetreler, sayaç ve wattmetrelerin gerilim devreleri vb. Bunun sonucunda; cihazların büyük gerilimler ile zorlanması önlenir.

Yapısı

Gerilim transformatörünün primer sargıları, akım transformatörünün primer sargılarının tersine, çok sarımlı ince tellerden oluşmuştur. Sekonder sargı ise, nominal yükte kaybın çok az olmasını temin edecek kalınlıkta tel ile sarılmıştır. Sarım sayısı primer sargıya göre dönüştürme oranı kadar azdır. Manyetik nüve kesiti gerilim transformatörünün yükü ile orantılıdır. Gerilim transformatörleri faz-toprak, faz-faz arası yapılırlar.

Kullanım Amaçları

Gerilim transformatörlerinin kullanım amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- Ölçü aletlerini ve koruma rölelerini primer geriliminden izole ederek güvenli çalışmaya imkân sağlar.
- Değişik primer değerlerine karşılık standart sekonder değerler elde edilir.
- Ölçü transformatörlerinin kullanılması ölçü aletlerinin ve rölelerin küçük boyutlu imal edilmesine imkân verir.
- Büyük gerilimleri ölçmede daha ekonomik bir çözümdür.

Özellikleri

- Yüksek gerilimi belli bir oranda düşüren, ölçü trafolarıdır.
- Sekonder çıkışları, açık devre gibi çalışırlar.
- Bağlantısı yapılırken polaritesine dikkat edilmelidir.
- Primer devresinden geçen gerilimi, dönüştürme oranına göre sekonder devreye aktarır.
- Primer sargıları ince ve çok sarımlıdır.
- Sekonder sargıları ise kalın telli ve az sarımlıdır.
- Gerilim transformatörlerinin primer ve sekonder sargılarının giriş ve çıkış uçları değişik harflerle ifade edilir

ÖZET

Elektrik enerjisinin iletiminde ısı şeklinde ortaya çıkan kayıpları önlemek için yüksek gerilim ve düşük akım tekniği tercih edilir. Santrallerde üretilen ve iletim hatlarında taşınan yüksek gerilimi ihtiyaç şekline göre yükseltmek veya alçaltmak gerekebilir. Bu ihtiyaçları karşılamak için transformatör adı verilen devre elemanı kullanılır.

Elektromanyetik indüksiyon yolu ile, elektrik enerjisini bir devreden başka bir devreye aynı frekansta fakat değişik akım ve gerilimde dönüştüren duran makinelere transformatör adı verilir. Basit bir transformatör demir nüve ve bu nüve üzerine sarılan iki ayrı akım makarasından meydana gelir, manyetik nüve; meydana gelen manyetik akının bir bobinden diğerine dağıtmadan geçirilmesi için kullanılır. Kayıpların az olması için manyetik nüve ince silisli çelik saclardan üretilir. Her iki sargı arasındaki irtibat manyetik akı tarafından sağlanır.

Akım makaralarından alternatif akım kaynağına bağlanan ve şebeke geriliminin uygulandığı birinci bobine primer (giriş), elektrik enerjisinin değişik gerilimde alındığı ikinci bobine ise sekonder (çıkış) adı verilir.

Sekonder sarım sayısı primer sarım sayısından fazla olan transformatöre yükselten, az olan transformatöre ise alçaltan (düşürücü) transformatör denir.

Transformatörler sabit elektrik makineleri olduğu için hareket eden parçaları bulunmaz. Bu nedenden dolayı transformatörlerin sürtünme ve rüzgar kayıpları yoktur. Verimleri % 99,9 civarındadır. Yüksek verimleri sayesinde transformatörler günümüzde en çok tercih edilen elektrik makinelerinden birisidir.

Faraday yasasına göre transformatörlerin akım makaralarında bulunan sarım sayısı, akım şiddeti ve gerilim değerleri arasında;

Transformatörlerin çıkışından alınan gücün girişine uygulanan gücüne oranına verim adı verilir.

Transformatörler;

- Oto Transformatörleri,
- Ölçü transformatörleri (gerilim ve akım trafoları)
- Kaynak transformatörleri (ark kaynak makinesi ve elektrik direnç kaynak makineleri) olmak üzere üç kısma ayrılır.

Primer ve sekonder sargıları elektriksel olarak birbirleriyle bağlantılı olan transformatörlere Oto Transformatörü adı verilir. Oto transformatörlerinde tek bir sargı vardır. Primer ve sekonder sargılar bu sargının bir parçası durumundadır. Bundan dolayı sargının toplam sarım sayısı diğer transformatörlere oranla daha azdır.

Tek sargıdan dış devreye istenilen her gerilim değerini alabilecek şekilde çeşitli uçlar çıkarmak mümkündür. Bu nedenle oto transformatörleri aynı zamanda bir potansiyometre gibi de kullanılabilir.

Yüksek gerilim devrelerinde ölçü aletleri ile büyük akım ve gerilim değerlerini doğrudan ölçmek çok tehlikeli ve zor bir yöntemdir. Ölçü aletlerini yüksek akıma dayanacak kesitte, yüksek gerilimde yalıtım problemleri ortaya çıkar. Bu olumsuzluktan dolayı belli bir akım ve gerilim değerinden sonra yüksek gerilim devrelerinde ölçü transformatörleri kullanılır.

Ölçü transformatörleri yüksek gerilim şebekelerinin en önemli parçalarından birisidir. Yüksek gerilim ve akım değerleri, ölçü transformatörlerinin sekonder sargılarında ölçü aletlerinin rahatlıkla ölçebileceği bir değere düşürülür.

Ölçü transformatörleri; akım ve gerilim transformatörü olmak üzere ikiye ayrılır.

Alçak gerilim devrelerinde; ölçü aletlerinin ölçemediği büyük akımlar ile yüksek gerilim devrelerinde akımın güvenlik içinde ölçülmesi için akım transformatörleri kullanılır. Akım transformatörleri bir fazlı olarak yapılır. Ölçü aletinin etiketinde; üretici firma tarafından aletin çevirme oranı, çalışma gücü, hassasiyet ve yalıtkanlık sınıfı gibi özellikleri belirtilir.

Akım transformatörleri, alçak ve yüksek gerilim devrelerinde kullanılır. Bu transformatörün primer ve sekonder sargıları aynı nüve üzerine sarılır. Primer sargı; kalın kesitli bir veya birkaç sarımlı iken, sekonder sargı ince kesitli ve çok sarımlıdır. Bu iki sargı birbirine karşı çok iyi şekilde izole edilir. Primer sargı uçları (K-L) harfleri ile gösterilip akımın geçtiği hatta seri bağlanır. Sekonder sargı uçları (k-1) harfleri ile gösterilir, k-1 uçları ampermetre veya kendi üzerine kısa devre edilir.

Akım transformatörünün primer sargısından hangi büyüklükte akım geçerse geçsin sekonder sargıdan geçecek akım daima 5 amper dir. Sürekli ölçümlerde akım ayarı 1 ile 10 Amper arasında yapılır.

Alçak gerilim devrelerinde kullanılan akım transformatörlerine akım redüktörü adı verilir. Akım redüktörleri, baralı ve sargılı olmak üzere iki farklı biçimde üretilir.

Alternatif akım devrelerinde 600 volttan büyük gerilimlerin olduğu devrelerde wattmetre, sayaç ve voltmetre gibi ölçü aletlerinin ölçme alanlarının genişletilmesinde gerilim transformatörleri kullanılır.

Akım transformatörlerinde olduğu gibi bu ölçü aletinin de primer ve sekonder sargısı bulunur. Primer sargı ince telden çok sarımlı olarak yapılır. U-V harfleri ile gösterilen primer sargı uçları gerilimi ölçülecek hatta paralel olarak bağlanır, u- v harfleri ile gösterilen sekonder sargı uçları da ölçü aletine bağlanır. Yüksek gerilimlere karşı güvenlik tedbiri olarak sekonder sargının v ucu topraklanır.

3. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTRİK BİLGİSİ

Gerilim transformatörünün primer sargılarına uygulanacak gerilimin değeri ne olursa olsun sekonder gerilimi ülkemiz için 100 ile 120 volt arasında standartlaştırılmıştır.

DEĞERLENDİRME SORULARI

1-Değişken manyetik alanın etkisinde kalan iletkenler de indüksiyon yolu ile EMK meydana gelir prensibine göre çalışan ve hareketli parçası olmayan makinelere ne denir?

- A. Akü
- B. Motor
- C. Transformatör
- D. Redresör

2- Aşağıdakilerden hangisi Trasformatör çeşitlerinden değildir?

- A. Redresör
- B. Ölçü trafosu
- C. Ata trafosu
- D. Ark kaynağı trafosu

3- Aşağıdakilerden hangisi Trafoların giriş kısmına denir?

- A. Sekonder
- B. Primer
- C. Çekirdek
- D. Nüve

4- Aşağıdakilerden hangisi Trafoların nüve tiplerinden değildir?

- A. Montel
- B. Dağıtılmış tip
- C. Çekirdek
- D. İto tip

5-Aşağıdakilerden hangisi Transformatörleri ifade etmez?

- A. Verimi yükseltir
- B. Hareketli parçası yoktur
- C. Frenkansı değiştirir
- D. Çıkışı sekonder