

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**OTO TRANSFORMATÖRÜ SARIMI
522EE0042**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. OTO TRAFOLARI	3
1.1. Oto Trafolarının Yapısı.....	3
1.1.1. Oto Trafolarının Faydaları ve Sakıncaları	4
1.1.2. Oto Trafolarının Kullanım Alanları	5
1.2. Oto Trafolarının Çalışma Prensibi	6
1.3. Trafolarda İndüklenen Gerilim Değeri.....	7
1.4. Oto Trafosunda Meydana Gelebilecek Arızalar	12
1.4.1. Aşırı Akım, Oluşumu ve Etkileri.....	12
1.4.2. Aşırı Akım Arızalarının Sınıflandırılması	14
1.4.3. Aşırı Gerilim, Etkisi ve Oluşumu	16
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	21
2. OTO TRAFOLARININ SARIM HESABI	21
2.2. Oto Trafosu Sarım Hesabında Kullanılan Formüller	22
2.3. Oto Transformatörü Hesabı	23
2.3.1. Primer ve Sekonder Akımlarının Bulunması.....	23
2.3.2. Nüve Kesitinin Bulunması.....	24
2.3.3. Primer ve Sekonder Sarım Sayılarının Bulunması	25
2.3.4. İletken Kesitlerinin Bulunması	25
2.3.5. Manyetik Nüve ve Sac Ölçüleri.....	26
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	30
3. OTO TRAFOSU SARIMI.....	30
3.1. Makara Yapımı	30
3.2. Bobinlerin Sarımı	31
3.2.1. Hesaplanan Değerlere Göre Sarımı Yapmak.....	32
3.2.2. Bobin İzolesine Zarar Vermemek.....	32
3.3. Sacların Düzenlenmesi.....	33
3.4. Oto Traformatörü Montajı ve Yapım Tekniği	34
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
MODÜL DEĞERLENDİRME	41
CEVAP ANAHTARLARI.....	42
KAYNAKÇA	44

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0042
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bobinaçılık
MODÜLÜN ADI	Oto Transformatörü Sarımı
MODÜLÜN TANIMI	Oto transformatörlerinin yapısı, çalışma prensibi ve sarımlarının yapılması için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme faaliyetidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bir Fazlı Transformatör Sarımı Modülünü tamamlamış olmak
YETERLİK	Oto transformatörü sarımını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile sarım makineleri ve gerekli ekipman ile donatılmış atölye ortamında oto trafosu onarımı ve imalatı yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Uygun ortam sağlandığında oto trafosunun yapısı, çalışma prensibi, oto trafosunda indüklenen gerilim değerleri ve meydana gelebilecek arızalar hakkında bilgi ve beceri kazanacaksınız.2. Uygun ortam sağlandığında oto trafolarının sarım hesabıyla ilgili bilgi ve becerileri kazanacaksınız.3. Uygun ortam sağlandığında size getirilen arızalı bir oto trafosunun müşterinin isteği doğrultusunda yeniden sarımı ve yeni bir oto trafosunun imalatı konusunda gerekli bilgi ve becerileri kazanacaksınız.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik Atölyesi, Elektrik Makineleri Laboratuvarı, İşletme Ortamı Donanım: Projeksiyon, Giyotin Makası
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyet sonunda o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bilim ve teknoloji alanındaki yeni gelişmeler elektrik enerjisinin kullanımını ve önemini daha da artırmıştır. Ancak elektrik enerjisinin gerilim, akım, frekans, vb. gibi değerleri vardır. Elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve kullanımı esnasında bu değerler değişmek zorundadır. Yani ihtiyaç duyulan değer, elektrik enerjisinin her aşamasındaki farklı büyüklüğü ve değerleridir.

Genel itibarıyla transformatörler (kısaca trafolar diye adlandırılır) elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve kullanımı esnasındaki rolü itibarıyla son derece önemli elektrik makineleridir. Oto trafoları ise özel olarak imal edilmiş, farklı yapısı ve kullanım alanı olan bir trafodur.

Bu modül ile oto trafolarının; elektrik enerjisinin üretimi, iletimi ve kullanımı esnasındaki rolünü, oto trafosunun yapısını, çalışma prensibini, indüklenen gerilimin değerini, oto trafolarında meydana gelebilecek arızaları, arızaların tespitini, oto trafosunun sarım hesabını ve sarımıyla ilgili her türlü bilgi ve beceriyi kazanacaksınız.

Ayrıca bu modülün hazırlanış formatıyla; her aşamada kendinizi ölçme ve değerlendirme şansına sahip olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında oto trafosunun yapısı, çalışma prensibi, oto trafosunda indüklenen gerilim değerleri ve meydana gelebilecek arızalar hakkında bilgi ve beceri kazanacaksınız.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesi yapmanız gereken araştırmalar şunlardır;

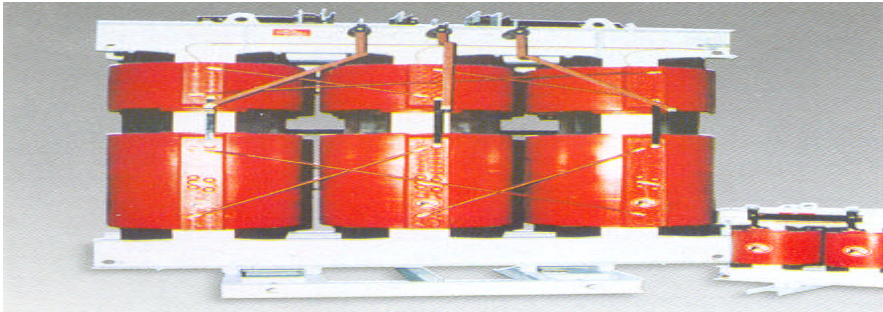
- Trafo ve oto trafosu kavramları hakkında araştırma yapınız. Oto trafosuyla normal trafonun farkını araştırınız.
- Oto trafosunun yapısını inceleyiniz.
- Oto trafosunun çalışma prensibini inceleyiniz.
- Oto trafosunda indüklenen gerilim değerlerini inceleyiniz.
- Oto trafosunda meydana gelebilecek arızalar ve bunların giderilmesi konusunda araştırma yapınız.

1. OTO TRAFOLARI

1.1. Oto Trafolarının Yapısı

Tanım: Primer sargısının bir kısmının veya tamamının sekonder sargısı olarak da kullanıldığı ve her iki sargısı da aynı manyetik alanın etkisinde kalan trafoları oto trafosu denir.

Bildiğimiz gibi normal trafolarında primer ve sekonder sargılar bulunmakta idi. Oysa oto trafolarında tek bir sargı bulunur. Bu sargı hem primer hem de sekonder görevi yapar. Gerilim dönüşümü bu sargı üzerinden yapılır. İkinci bir sargıya ihtiyaç yoktur. Bu sebeple toplamda sarım sayısı azaldığı için bobinden ve işçilikten kazanılmış olunur (Resim 1. 1).



Resim 1. 1: Redresör tip imal edilmiş oto trafosu

Oto trafolarının primer ve sekonder devreleri aynı sargı olduğundan aynı manyetik devre üzerinde bulunurlar. Primer kısımda oluşan manyetik alanın, saç paketten dolaşarak iletilmesine gerek kalmadan direk sekonder kısma iletilir. Böylece kaçak akıları oldukça azalmış verimleri ise yükseltilmiş olur.

Oto Trafo

- Frekansı değiştirmez.
- Akımı ve gerilimi alçaltır veya yükseltir. Eğer akımı alçaltırsa gerilimi yükseltir, gerilimi alçaltırsa akımı yükseltir.
- Verimi ölçüsünde (örn: % 95, % 97 gibi) güç aktarımı yapar. Giriş gücü çıkış gücüne yaklaşık denktir. Yani gücü alçaltıp yükseltmez. Sadece verimi nispetinde % 3-5'lik bir kayıp meydana gelir. Bu durum trafoların gücü düşürme özelliğine sahip olduğu anlamına gelmez.
- Elektrik enerjisinin manyetik alan etkisiyle (manyetik indüksiyon prensibiyle) çalışır.

1.1.1. Oto Trafolarının Faydaları ve Sakıncaları

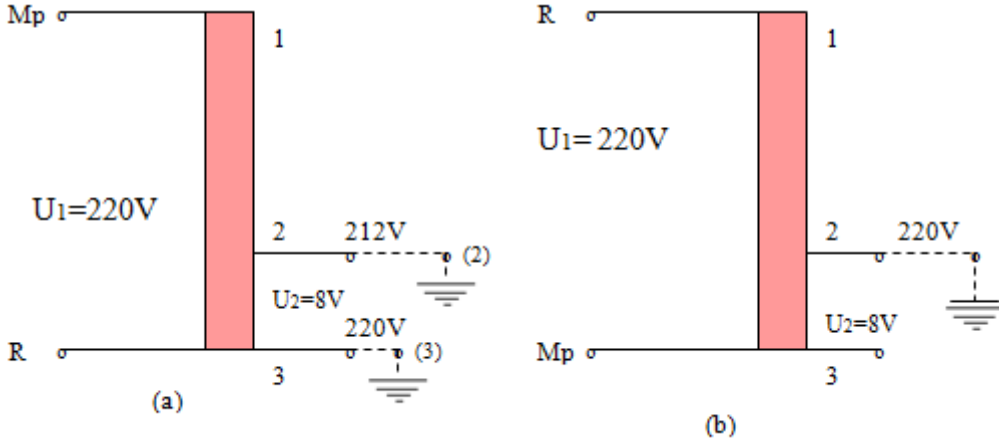
1.1.1.1. Faydaları

- Oto trafolarında tip gücü azaldıkça, manyetik nüve kesiti küçülür. Bunun sonucu nüve için kullanılan demir miktarı azalır. Daha az demir kullanılması ile manyetik nüvede oluşan demir kayıpları da azalır.
- Oto trafolarının regülasyonu, iki sargılı trafolarına göre daha iyidir.
- Oto trafolarının sekonder sargısının olmaması ve sargı bölümlerinden değişik akımlar geçmesi nedeni ile iletken kesitlerinin değişik değerde olduğu görülmüştü. Bu durum daha az bakır kullanılmasını ve bakır kayıplarının da azalmasını sağlar.
- Demir ve bakırın az kullanılması trafonun hafifliğini ve ucuzluğunu, kayıplarının az olması da verimin yüksekliğini gerçekleştirir. Oto transformatörlerinde dönüştürme oran $U1/U2 > 2$ olursa ortak sargılardaki akım artar. Bu durumda sargı kesiti kalın olacağından daha fazla bakır kullanılır. Buna bağlı olarak sargılarda oluşan bakır kaybı da artar.

1.1.1.2. Sakıncaları

Kullanılan gereçler bakımından çok ekonomik olan oto trafoları, aşağıda belirtilen sakıncaları nedeniyle, normal iki sargılı trafolar kadar kullanma alanı bulamamıştır. Bu sakıncaları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Primer ve sekonder için aynı sargı kullanıldığından, yüksek ve alçak gerilim uçlarından biri ortaktır. Şekil: 1. 1' de 3 nu'lu uç, trafonun şekilde 3 numara ile gösterilen ortak ucu, primerde faz ucu olarak kullanılmamalıdır. Bağlanırsa 3 nu'lu uça toprağa karşı 220 volt, 2 nu'lu uça da $220 - 8 = 212$ volt'luk gerilim bulunur. Bu durum yanlışlıklara ve tehlikelere neden olur. Bunun için faz-nötr gerilimi 250 volttan büyük şebekelerde U_1 ile U_2 arasındaki farkın, primer gerilimi U_1 ' in % 25 ini geçmemesi istenir. Oto trafosu Şekil 1. 1.b' deki gibi normal bağlandığında, 8 voltluk sargı bölümünde bir kopukluk olursa 2 nu'lu uç toprağa karşı 220 volt gerilimli olur. Bu durumda da gene tehlikeler söz konusu olur.
- Oto trafolarının kısa devre gerilimleri çok küçük olduğundan ($uk < \%1$) kısa devre akımları büyük olur. Kısa devre gerilimleri çok zor ayarlandığından paralel bağlanmaları da çok zor olur.



Şekil 1. 1: Oto trafolarında tehlikeli durumlar

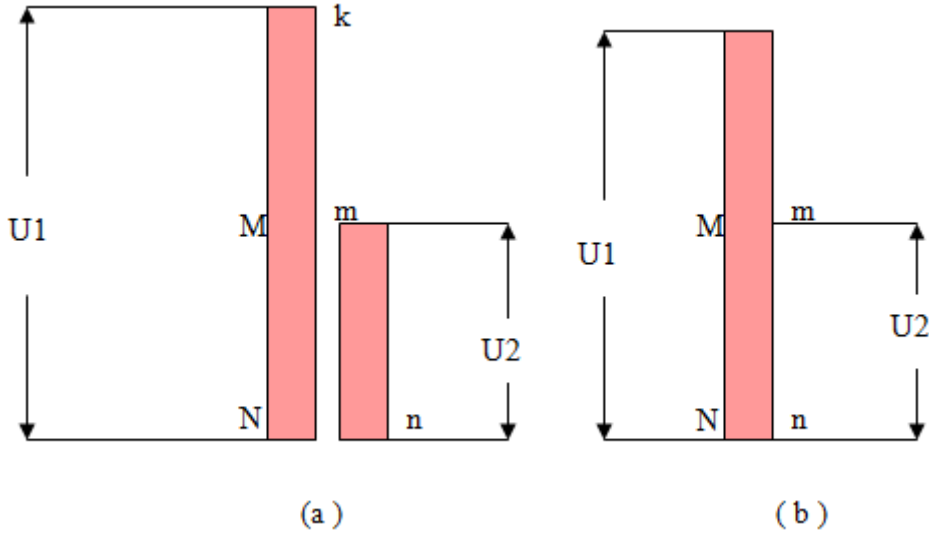
1.1.2. Oto Trafolarının Kullanım Alanları

- Oto trafolarından bir çok uç dışarı çıkartılarak çeşitli çeşitli gerilimler elde edilir. Bu bakımdan oto trafoları bir potansiyometre gibi kullanılabilir.
- Oto trafoları gerilimi azaltarak asenkron motorlara yol vermede,
- Gerilim yükseltmede,
- Enerji iletim ve dağıtım şebekeleri ile bunlara ait hatlardaki gerilim düşümlerini karşılamakta,
- Çeşitli gerilimlerin elde edilmesinde,
- Bazı üç fazlı yüksek gerilimli sistemlerin birbirine bağlanmasında da oto trafoları kullanılmaktadır. Örneğin 380KV' luk Keban Enerji İletim Hatları, 154 KV' luk sisteme oto trafoları üzerinden bağlanmıştır.

1.2. Oto Trafolarının Çalışma Prensibi

Oto trafolarını daha iyi anlamamız için iki sargılı normal bir trafodan, oto trafosuna geçişi incelemeye yarar olacaktır.

Şekil 1.2.a' daki gibi bir adet iki sargılı trafo ele alalım. Bu trafonun primeri U_1 , sekonderi ise U_2 geriliminde olsun. Trafolarda primer ve sekonder sargılarda sipir başına indüklenen gerilim aynı olduğundan, primer sargı üzerinde, sekonder gerilimine eşit gerilim indükleyen sipir sayısı veya bu sipirin yeri işaretlenir (Şekil 1.2.a).

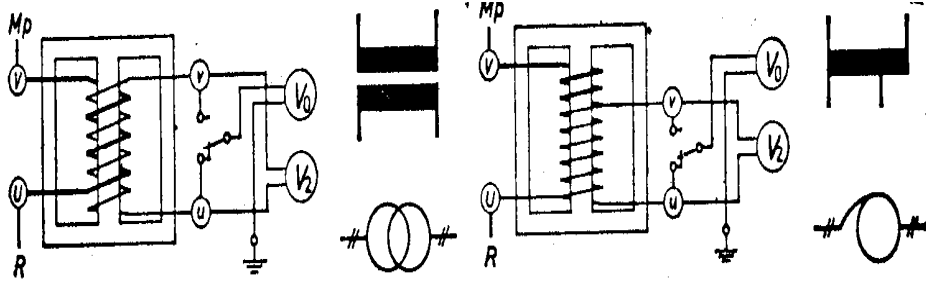


Şekil 1. 2: İki sargılı trafodan oto trafosuna geçiş.

Bu nokta M olarak gösterilmiştir. Primer sargıdaki M-N noktaları arasındaki indüklenen gerilim, sekonderin m-n noktaları arasındaki gerilimle aynı değerdedir. Bu nedenle M-m ve N-n aynı gerilimde olduğundan birleştirilebilirler. Böylece bir sargılı trafo elde edilmiş olunur. Bu durumda şekil 1.2.b' deki sekonder sargı ortadan kaldırılmış olur. Primer sargı, hem primer sargı hem de sekonder sargı olarak görev yapacak durumdadır.

Oto trafolarının bir tarafında tehlikeli, diğer tarafında tehlikesiz gerilim bulunması, yani giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki farkın büyük olması, çok sakıncalıdır. Primeri topraklanmış olan oto trafolarında, alçak gerilim uçları ile toprak arasında yüksek gerilim bulunur.

Şekil 1. 3 'te iki sargılı oto trafolarının devreye bağlanması, sekonder ve toprağa karşı gerilimleri ile sembollerde gösterilişleri görülmektedir.



Şekil 1. 3: İki sargılı oto trafolarının devreye bağlantıları, gerilimleri, sembollerle gösteriliş şekilleri

1.3. Trafolarda İndüklenen Gerilim Değeri

Trafolarda genel olarak indüklenen E.M.K.[elektromotor kuvveti(gerilim)] değeri;

$$E = 4,44 \times f \times \Phi_{\max} \times N_1 \times 10^{-8} \quad (\text{Volt}) \text{ olarak ifade edilir.}$$

Bu formülden yararlanarak primer ve sekonder gerilimleri için;

$$U_1 = 4,44 \times f \times \Phi_{\max} \times N_1 \times 10^{-8} \quad (\text{Volt}) \text{ primer gerilimi,}$$

$$U_2 = 4,44 \times f \times \Phi_{\max} \times N_2 \times 10^{-8} \quad (\text{Volt}) \text{ sekonder gerilimi bulunur.}$$

Sipir başına indüklenen gerilim ise ;

$$U_s = U_1/N_1 \quad \text{veya} \quad U_s = U_2/N_2 \quad \text{volt/sipir olur.}$$

Oto trafolarında boş akım ve kayıplar dikkate alınmazsa dönüştürme oranları ,normal iki sargılı trafolarda olduğu gibidir.

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

Şekil1.5'te gerilim düşürücü bir oto trafosu görülmektedir. Bu trafonun sekonderine bir yük bağlanmıştır. k-m bölümünden geçen akım I1, yükün çektiği akım ise I2 dir. Ortak sargıdan geçen akım şekle göre $I = I_2 - I_1$ kadardır. Sekonder devre gücü trafonun **ANMA GÜCÜ** olarak değerlendirilir. Buna göre sekonder devre gücü $S_2 = U_2.I_2$ olur. Üzerinden I akımı geçen ve uçlarında U2 gerilimi bulunan ortak sargıdaki güç (m-n arasındaki güç) **TİP GÜCÜ** olarak alınır. Tip gücü $S_T = U_2.I$ şeklinde belirtilir.

Tip gücü ile transformatör anma gücü (sekonder gücü) arasındaki ilişki şu şekilde belirlenir.

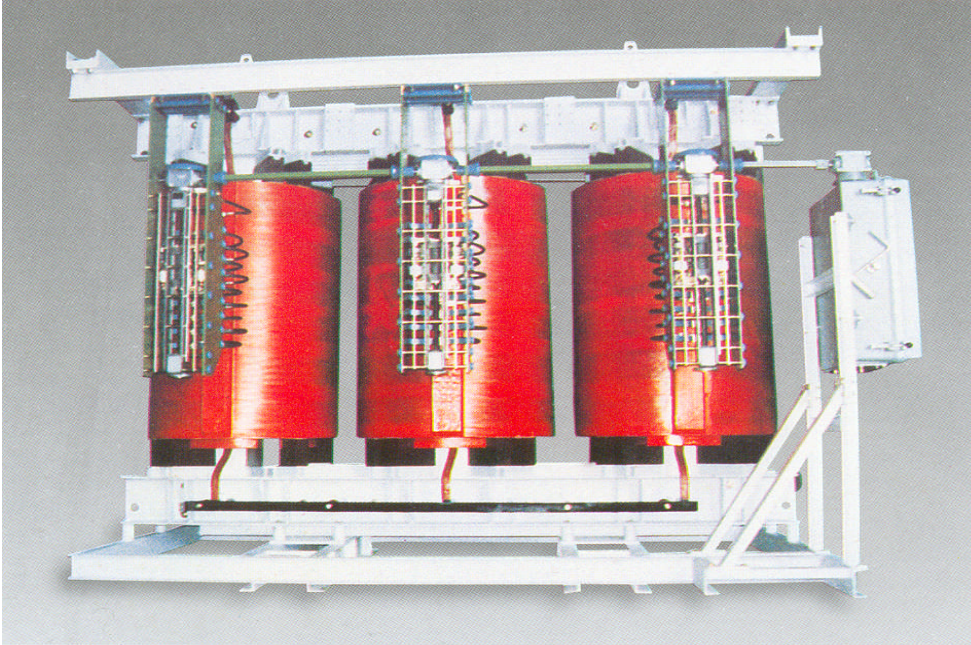
$$\frac{S_T}{S_2} = \frac{U_2 \times I}{U_2 \times I_2} = \frac{I}{I_2}; \quad \frac{S_T}{S_2} = 1 - \frac{I_1}{I_2}$$

$$S_T = S_2 \times \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) \quad \text{veya}$$

$$\frac{S_T}{S_2} = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 1 - \frac{U_2}{U_1}; \quad S_T = S_2 \times \left(1 - \frac{U_2}{U_1} \right)$$

Gerilim düşürücü trafolarında; $a = \frac{U_1}{U_2}$ olup, $\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{a}$ ve

$$S_T = S_2 \times \left(1 - \frac{1}{a} \right) \text{ olarak bulunur.}$$



Resim 1. 2: Sekonderden ayarlı oto trafosu

Yukarıdaki eşitlikler gerilim düşürücü oto trafoları için geçerlidir. Gerilim yükseltici oto trafosunda ortak sargıdan geçen akım $I = I_1 - I_2$ olduğundan formüllerde değişimler olmaktadır.

Oto trafolarında sekondere iki şekilde güç aktarımı yapılmaktadır. Bunlardan birisi; transformasyon yolu ile, diğeri de iletim yolu ile aktarılan güçtür. Verim dikkate alınmasa

transformasyon yolu ile aktarılan güç, aynı zamanda trafonun tip gücüne eşit olur. Buna göre trafonun tip gücü ;

$S_T = U_2 \times I = U_2 \times (I_2 - I_1)$ şeklinde belirtilir. Transformasyon yolu ile sekondere aktarılan güç;

$$S_{TR} = I_1 \times (U_1 - U_2) \quad (VA) ,$$

İletim yolu ile sekondere aktarılan güç ise;

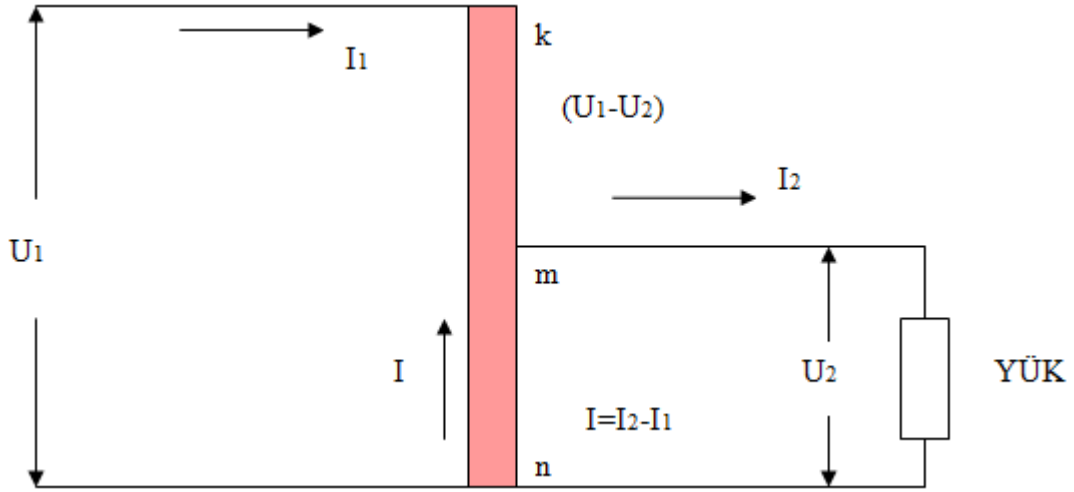
$$S_{il} = I_1 \times U_2 \quad \text{dir.}$$

Şekil 1.4' te görüldüğü gibi sargının (k-m) noktaları arasındaki güç transformasyon yolu ile sekondere aktarılan güçtür. Bu güç $U_2 (I_2 - I_1)$ şeklinde belirtilebilir. Sargının (m-n) noktaları arasında I_1 akımının oluşturduğu güç ise, iletim yolu ile sekondere aktarılmaktadır.

Eşitlikten şu sonuçları çıkarabiliriz. Oto trafolarında primer ve sekonder gerilimleri arasındaki fark azaldıkça, U_2 U_1 'e yaklaştıkça , tip gücü azalır. U_2 ' nin U_1 'e yaklaşması sonucu, sekondere transformasyon yoluyla aktarılan güç azalırken, iletim yoluyla aktarılan güç artar.



Resim 1. 3: Trafo imalat atölyesi



Şekil 1. 4: Oto trafolarındaki akımların yönleri

Oto trafolarında manyetik nüve kesiti, tip gücüne göre hesaplanır. Tip gücü azaldıkça manyetik nüve küçüleceğinden kullanılan demir miktarı da azalır. $U_1=U_2$ olunca S_T tip gücü sıfır olur ki bu durumda oto trafolarına gerek kalmaz. Bununla birlikte U_2 'nin U_1 'e yaklaşması oto trafosunun verimini artırır. Buna göre tip gücü ne kadar az olursa verim o kadar fazla olmaktadır. Bunu bir örnekle daha iyi açıklayabiliriz.

ÖRNEK

Primer gerilimi 380 KV, sekonder gerilimi ise 154 KV olan bir oto trafosunun, çıkış gücü 10000 KVA'dır. Buna göre oto trafosunun tip gücünü bulunuz.

ÇÖZÜM

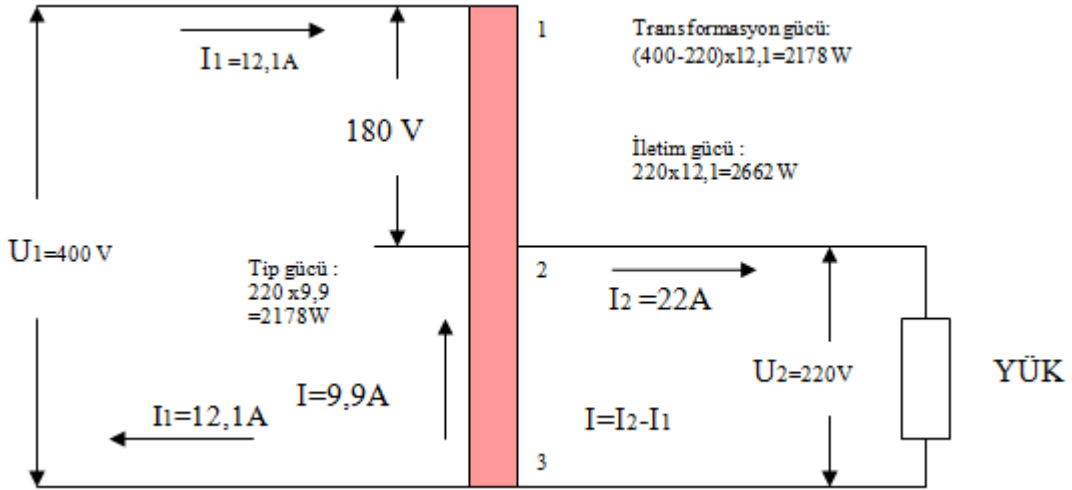
$$S_T = S_2 \times \left(1 - \frac{U_2}{U_1}\right); \quad S_T = 10000 \times \left(1 - \frac{154000}{380000}\right)$$

$$S_T = 5947,37 \text{ KVA yaklaşık } 6000 \text{ KVA olur.}$$

Görüldüğü gibi 10 000 KVA'lık bir güç, 380 KV'tan 154 KV' ta yaklaşık 6 000 KVA'lık bir oto trafosuyla dönüştürülebilmektedir. Böylece 10 000 KVA yerine 6 000 KVA' ya göre hazırlanan nüvede oldukça büyük oranda demir kazanılmıştır. Bilindiği gibi oto trafolarında nüve, trafonun tip gücüne göre hesaplanır. Ayrıca iki sargı yerine bir sargı kullanılmış olması, bakırdan da büyük kazançlar sağlar. Bu nedenle verimde büyük artışlar olmaktadır. **Oto trafolarında sekonder gerilimi, primer geriliminin yarısından küçük olursa bakır kayıpları artar.**

ÖRNEK 2

Primer gerilimi 400 volt, sekonder gerilimi 220 volt olan bir oto transformatörü devresine 10 ohm' luk bir ısıtıcı bağlanmıştır. Primer ve sekonder akımları ile, transformasyon ve iletim yolu ile sekondere aktarılan güçleri bulunuz.



Şekil 1. 5: Oto trafolarındaki akımların yönleri

ÇÖZÜM

Oto trafosunun 1 ve 2 numaralı uçları arasındaki güç, yani transformasyon yolu ile sekondere aktarılan güç,

$$U_2 = \frac{U_1}{R} = \frac{220}{10} = 22\text{ A} \quad \text{Cos } \varphi = 1 \text{ için } S = P \text{ dir.}$$

$$P_2 = U_2 \times I_2 \times \text{Cos } \varphi = 220 \times 22 \times 1 = 4840 \text{ Watt,}$$

Kayıplar dikkate alınmazsa $P_1 = P_2$ olduğundan,

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{4840}{400} = 12,1 \text{ Amper bulunur. Buna göre ortak sargıdan geçen akım;}$$

$$I = I_2 - I_1 = 22 - 12,1 = 9,9 \text{ Amper olur.}$$

Oto trafosunun 1 ve 2 numaralı uçları arasındaki güç, yani transformasyon yolu ile sekondere aktarılan güç,

$$Str = I_1 \times (U_1 - U_2) = 12,1 \times (400 - 220) = 12,1 \times 180 = 2178 \text{ Watt olarak bulunur.}$$

Bunu şu şekilde de bulabiliriz:

$$Str = U_2 \times (I_2 - I_1) = 220 \times (22 - 12,1) = 220 \times 9,9 = 2178 \text{ Watt}$$

Trafonun tip gücü ise;

$$S_T = U_2 \times I = 220 \times 9,9 = 2178 \text{ W}$$

Burada verim % 100 alındığından tip gücü, transformasyon gücüne eşit çıkmaktadır. İletim yolu ile aktarılan güç ise ;

$$S_{il} = I_1 \times U_2 = 12,1 \times 220 = 2662 \text{ Watt.}$$

Toplam güç = transformasyon gücü + iletim gücü şeklindedir. Bu ise; $P_T = 2178 + 2662 = 4840 \text{ Watt}$ olarak bulunur.

Sargının 1- 2 noktaları arası 12,1 ampere uygun kesitte sarılırken, 2 ve 3 noktaları arası 9,9 ampere göre sarılabilir. Bu durumda bakırdan da bir miktar kazanılmış olmaktadır.

1.4. Oto Trafosunda Meydana Gelebilecek Arızalar

Oto trafolarında genellikle arızalar aşırı akım oluşumu menşeyli oluşan arızalardır. Aşağıda bunlar detaylı olarak açıklanmaktadır.

1.4.1. Aşırı Akım, Oluşumu ve Etkileri

Aşırı akım arızalarının oluşumu, etkileri ve özellikleri genel olarak iki şekilde ele alınabilir.

- Kısa Devre Akımı
- Aşırı Yüklenme

1.4.1.1. Kısa Devre Akımı

- Oluşumu

Kısa devre akımı ve etkilerini açıklayabilmek için bir oto trafosunun beslediği devre örnek alınacak olursa, trafo sargısı belirli bir direnci olan devreyi besler. Bu durumda trafodan, normal işletme koşullarına göre bir akım çekilir.

Devre iletkenlerinin yalıtımını sağlayan izolasyon maddelerinin daha önce belirtilen nedenlerden biriyle özelliğini kaybetmesi sonucu, faz iletkenlerinin birbiriyle veya toprakla teması söz konusu olur. Bu olaya KISA DEVRE denir.

Kısa devre durumunda devre direncinin azalması, trafo sargılarından çekilen akımın artmasına neden olur. Normal işletme akımının çok üzerinde olan bu akıma KISA DEVRE AKIMI denir.

Kısa devre akımının, transformatör sargılarında oluşturduğu TERMİK ve DINAMİK etkilerle sargı izolasyonu bozulur ve kısa devre arızası, trafo sargılarında başlar. Böylece trafo tekrar kullanılmayacak duruma gelmiş ya da başka bir deyişle yanmış olur.

➤ **Etkileri**

Trafo sargılarının yanmasına neden olan kısa devre akımının etkileri şu şekilde özetlenebilir.

- **Termik Etki**

İçinden akım geçen iletken ısınır esasına dayanır. İletkenin ısınması, geçen akımın karesiyle doğru orantılıdır. Durum böyle olunca, trafo sargılarından çekilen kısa devre akımının karesi oranında sargı ısınır ve çevresinde bir sıcaklık oluşur. Oluşan sıcaklığın belirli bir değere ulaşmasıyla sargının yalıtımını sağlayan izolasyon maddesi özelliğini kaybeder ve izolasyonsuz birbirine değen bobin iletkenleri kısa devre durumuna geçer.

- **Dinamik Etki**

“İçinden akım geçen iletkenin çevresinde manyetik alan oluşur.” Esasına dayanır. Buna göre içinden akım geçen iki iletken yan yana getirildiğinde birbirlerini iter veya çekerler. İletkenlerden aynı yönde akım geçirildiğinde çekme, ters yönde akım geçirildiğinde itme kuvveti oluşur. Bu itme veya çekme, kuvvetine DİNAMİK KUVVET denir ve geçen akımın karesiyle doğru orantılıdır.

Özellikle büyük kısa devre akımlarında oluşan dinamik kuvvet etkisi, trafolarla sargı şekillerinin bozulmasına, izolasyonun zedelenecek kısa devre arızalarına sebep olabileceği gibi, iyi montaj edilmemiş baralarda da benzer hasarlara neden olmaktadır.

1.4.1.2. Aşırı Yüklenme

Oto trafosunun termik etki sonucu yanmasına neden olan bir aşırı akım şeklidir. Aşırı yüklenme denildiği gibi AŞIRI YÜK ÇEKİLMESİ de denir.

Genel olarak 20° C çevre sıcaklığında nominal işletme akımı % 120 si, yada başka bir deyişle 1,2 katı, MAKSİMUM İŞLETME AKIMI olarak kabul edilir. Bu değer üstündeki akım şiddetine de AŞIRI YÜKLENME denir. Nominal işletme akımı ile maksimum işletme akımı arasında kalan akım şiddetine, MÜSADE EDİLEBİLİR İŞLETME AKIMI denilmektedir.

Örnek olarak nominal akımı 1000 A olan bir oto trafoda aşırı yüklenme, 1200 A'dan sonra başlar. Trafo bu değer üstündeki bir akımla çalıştırılacak olursa, belirli bir zaman sonunda yanar. 1000 A ile 1200 A. arasındaki akım şiddeti ise, müsaade edilebilir işletme akımıdır ve bu değerler arasında transformatör çalıştırılabilir.

Genel olarak nominal akım ile aşırı yük akımının belirtilmesinde, 20° C çevre sıcaklığı esas alınır. 20° C çevre sıcaklığının değişmesine bağlı olarak aşırı yüklenme değeri de değişir. Çevre sıcaklığının artması durumunda aşırı yüklenme değeri azalır, düşmesi durumunda ise aşırı yüklenme değeri artar.

Bu özellik nedeniyle oto trafolarının soğutulması halinde daha fazla güçle çalıştırılabilmesi mümkün olur. Oto trafolarının çeşitli soğutma sistemleri uygulanarak çalıştırılmasına CEBRI SOĞUTMALI ÇALIŞMA denir. Bu tip çalışmada nominal işletme akımı ve aşırı yüklenme oranı, uygulanan soğutma sistemine göre değişir.



Resim 1. 4: Arızaya gelmiş bir trafo

1.4.2. Aşırı Akım Arızalarının Sınıflandırılması

Oto trafosunun etkilendiği aşırı akım arıza çeşitleri iki grupta sınıflandırılabilir;

1- İç Arıza

2 -Dış Arıza

1.4.2.1. İç Arıza

Oto trafolarının izolasyonu pamuk, ipek, kağıt ve izolasyon yağı gibi izolasyon maddeleriyle sağlanır.

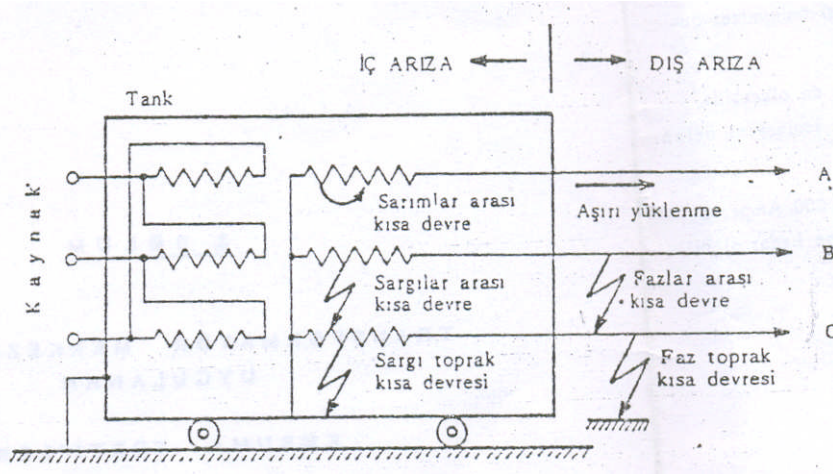
Söz konusu izolasyon maddelerinin zamanla aşırı akım ya da aşırı gerilimin etkilerinden dolayı zayıflar ve izolasyon seviyesi düşer. Bu durumda sarımlar, sargılar veya sargı tank arasında izolasyon seviyesi düşük ZAYIF NOKTALAR oluşur.

Bu zayıf noktalar aşırı akım veya aşırı gerilim gibi bir zorlanma sonucu, hatta normal işletme koşullarında iç arızaların oluşmasına neden olur.

Bu arızalar

- a - Sarımlar Arası Kısa Devre
- b - Sargılar Arası Kısa Devre
- c - Sargı Toprak Kısa Devre arızaları şeklinde belirtilir (Şekil 1.7).

Söz konusu arıza şekillerinden birinin oluşması durumunda transformatör kullanılmayacak duruma gelmiş ya da başka bir deyişle yanmış olur.



Şekil 1.7: Trafo sargılarının kısa devre durumları

1.4.2.2. İç Arıza

Oto trafolarının beslediği devrede oluşan aşırı akım arıza çeşitleri üç şekilde belirtilir.

- Fazlar arası kısa devre
- Faz toprak arası kısa devre
- Aşırı yüklenme

Oto trafolarının beslediği devrede oluşan arızaların nedenleri şu şekilde özetlenebilir;

- Aşırı gerilim sonucu izalatör üzerinde ark oluşması
- Buşing veya izalatörlerin kırılması ya da çatlaması
- İletkenlerin rüzgarla sallanmasından veya kar yığılmasıyla birbirine yaklaşması
- İletken kopması, direk yıkılması veya bir ağacın nakil hattına yaslanması
- Abonelerin aşırı yük çekmeleri

1.4.3. Aşırı Gerilim, Etkisi ve Oluşumu

1.4.3.1. Etkisi

Her izolasyon maddesi, belirli bir gerilim değerine kadar özelliğini kaybetmeden yalıtım yapabilir. Bu değer üzerinde bir gerilim uygulandığında, yani aşırı gerilim durumunda izolasyon maddesi delinir ve kısa devre arızası oluşur.

Genel olarak nominal işletme geriliminin % 110 'nu ya da başka bir deyişle 1,1 katı **MAKSİMUM İŞLETME GERİLİMİ** olarak kabul edilir. Bu değer üstündeki gerilimlere **AŞIRI GERİLİM** denir.

1.4.3.2. Oluşumu

İşletme araçlarının izolasyonunu zorlayan ve delinmesine neden olabilen aşırı gerilimlerin oluşumu iki kısımda özetlenebilir.

➤ İç aşırı gerilimler

İç aşırı gerilimler, boşta çalışan enerji nakil hattı ve trafo gibi işletme araçlarının devreye alınıp çıkarılmasıyla veya faz toprak kısa devresi, hat kopması ya da dağıtım hatlarında sigorta atması gibi arızalarda oluşan aşırı gerilim şeklidir.

Bağlama olaylarında oluşması nedeniyle **MANEVRA GERİLİMİ** olarak da bilinir. Gerilim artışı normal işletme geriliminin üç katına kadar ulaşabilir. İşletme frekansının üstünde ve kısa sürelidir. Ancak yüklü devrelerin servise alınıp çıkarılması veya büyük kısa devre akımlarının kesilmesi durumunda iç aşırı gerilimler oluşmamaktadır.

➤ Dış aşırı gerilimler

Elektrik yüklü bulutlardan topraktaki karşıt elektrik yüklü bölgeye olan elektrik boşalımına **YILDIRIM** denir. Yıldırım nedeniyle oluşan aşırı gerilimlere de **DIŞ AŞIRI GERİLİMLER** adı verilir.

Yıldırım, buluttan toprağa olduğu gibi topraktan buluta doğru da çıkabilir. Elektrik yüklü bulut ile toprak arasındaki boşalımı başlangıçta hava önler. Ancak bulut yere yaklaştıkça ve üstelik buluttaki elektriğin yükü arttıkça hava bu geçimi önleyemez duruma gelir ve yük boşalımı gerçekleşir.

Yıldırım iki-üç kilometre yüksekteki bir bulutla yer arasında da oluşabilir. Durum böyle olunca iki - üç kilometre kalınlığındaki havanın sağladığı izolasyonu delen bu gerilim için İZOLASYON SINIRI TAŞIMAZ denilebilir.

Ayrıca, yük boşalması anındaki akım değeri 150 000 Ampere kadar çıkmakta ve yük boşalması süresi ise 1000 mikro sn (1 msn)' ye kadar çıkmaktadır. YILDIRIM DARBE GERİLİMİ oldukça tehlikeli durumdur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uygulama 1

Primer gerilimi 380 volt, sekonder gerilimi 250 volt olan bir oto transformatörü devresine 20 ohm'luk bir ısıtıcı bağlanmıştır. Primer ve sekonder akımları ile, transformasyon ve iletim yolu ile sekondere aktarılan güçleri bulunuz. Oto trafosu prensip şeması çizip üzerinde gösteriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ I1, I2 ve I akımlarını hesaplayınız.➤ Akımlardan sonra güç formüllerini yazarak istenen güçleri hesaplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hesaplamaları yaparken oto trafosu prensip şeması üzerinde gösterilmesi kolaylık sağlayacaktır.

Uygulama 2

Burada oto trafolarının yapısını ve çalışma prensibini daha iyi anlayabilmemiz için; oto trafolarının hangi parçalardan oluştuğunu, parçalar arasındaki ve bobin bağlantılarını ve çıkış değerlerini ayarlayabilmenin nasıl olduğunu inceleyiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosunun sargılarını inceleyiniz.➤ Oto trafosunun gövde yapısını inceleyiniz.➤ Oto trafosunun bağlantılarını inceleyiniz.➤ Oto trafosunun ayarlanabilme mekanizmalarını inceleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosuyla normal trafo arasındaki farkları aranızda tartışınız.➤ Oto trafolarının üstünlüklerini ve sakıncalarını tartışınız.➤ Oto trafosunun çalışma prensibini inceleyiniz.➤ Oto trafosunun arıza sebeplerini araştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Oto transformatörü akım hesaplarını yapabildiniz mi?		
2. Oto transformatörü güç hesaplarını yapabildiniz mi ?		
3. Oto transformatörü ile bir fazlı transformatörler arasındaki farkları sıralayabildiniz mi?		
4. Oto transformatörü avantaj ve dezavantajlarını sıralayabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Oto trafoları elektrik enerjisinin frekansını değiştirir.
2. () Oto trafoları elektrik enerjisinin gücünü yükseltir.
3. () Oto trafoları elektrik enerjisinin gücünü düşürür.
4. () Oto trafoları elektrik enerjisinin akımını alçaltır veya yükseltir.
5. () Oto trafoları elektrik enerjisinin gerilim etkisiyle çalışır.
6. () Oto trafoları verimleri oldukça düşüktür
7. () Oto trafoları bir çeşit elektrik makinesidir.
8. () Primer sargısı kalın kesit az sipirden oluşur.
9. () Sekonder sargısı kalın kesit az sipirden oluşur.
10. () Sekonder devre gücü trafonun anma gücü olarak değerlendirilir.
11. () Ortak sargıda oluşan güç trafonun tip gücüdür.
12. () Gövde de silisyumlu çelik sac paketleri kullanmamızın sebebi trafoların hafif olması içindir.
13. () Kaçak akı devresini nüveden tamamlayan akıdır.
14. () Sekonder sargılarda indüklenen (oluşan) gerilimin değeri; primer kısımdaki sadece gerilim değerine bağlıdır.
15. () Oto trafolarının bir tarafında tehlikeli, diğer tarafında tehlikesiz gerilim bulunması, yani giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki farkın büyük olması çok sakıncalıdır.
16. () Oto trafolarında primer sargı, hem primer sargı, hem de sekonder sargı olarak görev yapacak durumdadır.
17. () Oto trafoları gerilimi azaltarak asenkron motorlara yol vermede, gerilim yükseltmede, enerji iletim ve dağıtım şebekeleri ile bunlara ait hatlardaki gerilim düşümlerini karşılamakta ve çeşitli gerilimlerin elde edilmesinde kullanılır.
18. () Oto trafolarında sekonder gerilimi, primer geriliminin yarısından küçük olursa bakır kayıpları azalır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında oto trafolarının sarım hesabıyla ilgili bilgi ve becerileri kazanacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Oto trafosu sarım hesabında kullanılan sembolleri araştırınız.
- Oto trafosu sarım hesabında kullanılan formülleri araştırınız.
- Arızalı bir oto trafosunun değerlerini kaydederek yeniden sarım hesabının yapılmasını araştırınız.
- Yeni bir oto trafosunun yapım hesabını araştırınız.

2. OTO TRAFOLARININ SARIM HESABI

2.1. Oto Trafosu Sarım Hesabında Kullanılan Semboller



Resim 2. 1: Trafo imalat atölyesi

U₁ : Giriş gerilimi

U₂ : Çıkış gerilimi

I₁ : Giriş akımı

I₂ : Çıkış akımı

N₁ : Primer siper sayısı

N₂ : Sekonder siper sayısı

a : Dönüştürme oranı

Ø : Saclarda cm² ye düşen akı yoğunlu (manyetik geçirgenlik)

S_T : Tip gücü

S₁ : Giriş gücü

S₂ : Çıkış gücü

STR: Transformasyon yoluyla sekondere aktarılan güç

S_{ii} : İletim yoluyla sekondere aktarılan güç

J : Bobinden mm² den geçen akım miktarı (akım yoğunluğu)

B : Sacların akı yoğunlu (manyetik geçirgenlik)

hm : Makara iç yüksekliği

C_p : Pencere genişliği

S_n : Nüve kesiti

S_{1ii} : Primer kısmın iletken kesiti

S_{2ii} : Sekonder kısmın iletken kesiti

η : Verim

axb : Burada kullanılan **a**: sac eni, **b**: toplam sac kesitinin enidir.

2.2. Oto Trafosu Sarım Hesabında Kullanılan Formüller

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

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

$$I_1 = \frac{S_2}{U_1 \times \eta}$$

$$I = I_2 - I_1$$

$$S_n = C_x \sqrt{S_T}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{U_2}$$

$$S_T = U_2 \times I$$

$$b = \frac{S_n}{a} \quad \text{Ø} = B \times S_n$$

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \times f \times \text{Ø} \times 10^{-8}}$$

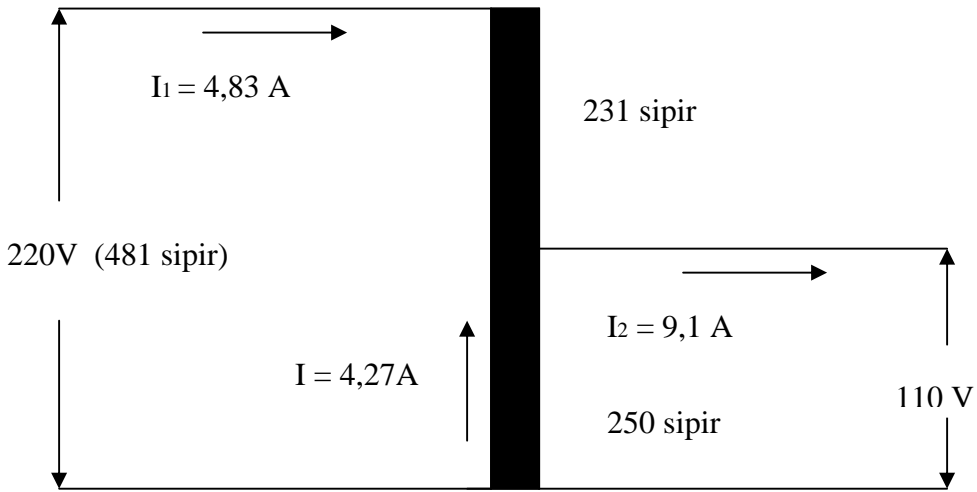
$$N_2 = \frac{U_2}{4,44 \times f \times \text{Ø} \times 10^{-8}}$$

2.3. Oto Transformatörü Hesabı

Oto trafoları çoğunlukla sekonder gerilimi sürekli ayarlanabilecek şekilde imal edilirler. Yani sekonder uçlarından alınacak gerilimin ayarlanabilmesi için sekonder kısmı çok uçlu olarak yapılırlar. Buradaki örnek yapım hesabı 220/110 volt ve 1 KVA gücünde, sabit uçlu olacaktır. Yapım için verilen ön bilgiler şunlardır:

Oto trafosu çekirdek tipi olacaktır. Sargılar için emaye bobin telli kullanılacak ve akım yoğunluğu $J=2,2 \text{ A/mm}^2$ alınacaktır. Nüve için kullanılacak sac kalınlığı 0,5 mm'dir. Sacların akı yoğunluğu 10 000 GAUS olup verim %94 tür. Trafo 1 KVA yani 1000 VA olacaktır. İşletme frekansı $f= 50 \text{ Hz}$ ' dir. Primer gerilimi $U_1=220 \text{ Volt}$, sekonder gerilimi ise $U_2 =110 \text{ volt}$ ttur

2.3.1. Primer ve Sekonder Akımlarının Bulunması



Şekil 2. 1: Oto trafosunun primer ve sekonder akımları.

$$S_2 / I_1 = \frac{1000}{U_1 \times \eta} = \frac{1000}{0,94 \times 220} = 4,83 \text{ Amper}$$

$$S_2 / I_2 = \frac{1000}{U_2} = \frac{1000}{110} = 9,1 \text{ Amper}$$

$$I = I_2 - I_1 = 9,1 - 4,83 = 4,27 \text{ A}$$

Transformatörün tip gücü,

$$S_T = U_2 \times I = 110 \times 4,27$$

$$S_T = 469,7 \text{ VA} \rightarrow \text{Yaklaşık } S_T = 470 \text{ VA}$$



Resim 2. 2: Trafo montaj atölyesi

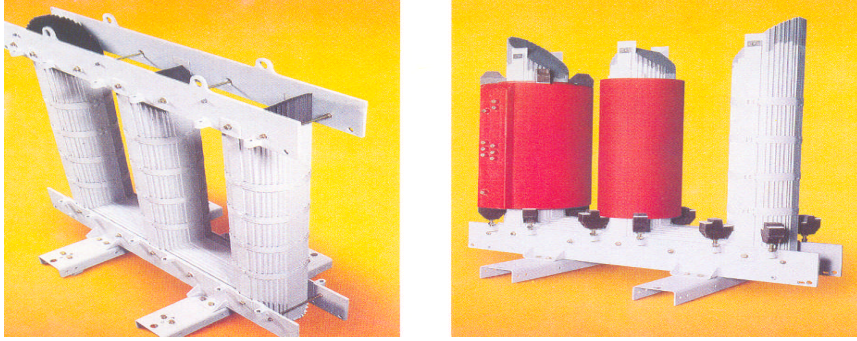
2.3.2. Nüve Kesitinin Bulunması

$$S_n = C \times \sqrt{S_T} = 0,95 \times \sqrt{470} = 20,6 \text{ cm}^2$$

(Trafomuz oto trafosu olmayıp da normal iki sargılı trafo olsaydı nüve kesiti $0,95 \times 1000 = 30 \text{ cm}^2$ olurdu.) Nüve alanı, $S_n = a \times b$ olduğuna göre, $a = 5 \text{ cm}$ alınabilir. Bu duruma göre ;

$$b = \frac{S_n}{a} = \frac{20,6}{5} = 4,12 \text{ cm}$$

olur. Kabartma payı ile beraber 5 cm alınabilir.



Resim 2. 3: Bobin takılmaya hazır nüve görüntüleri

2.3.3. Primer ve Sekonder Sarım Sayılarının Bulunması

$\Phi = B \times S_n = 10\ 000 \times 20,6 = 206\ 000$ Maxwel bulunur. Buna göre ,

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \times f \times \Phi \times 10^{-8}} = \frac{220 \times 10^8}{4,44 \times 50 \times 206\ 000} = 481 \text{ siper}$$

$$N_2 = \frac{U_2}{4,44 \times f \times \Phi \times 10^{-8}} = \frac{110 \times 10^8}{4,44 \times 50 \times 206\ 000} = 241 \text{ siper}$$

Sekonderdeki gerilim düşümü dikkate alınarak $N_2 = 250$ siper alınır.

2.3.4. İletken Kesitlerinin Bulunması

Akı yoğunluğu $j = 2,2$ Amper/ mm^2 , primer iletken kesiti,

$$S_{il} = 4,83/2,2 = 2,2 \text{ mm}^2 ,$$

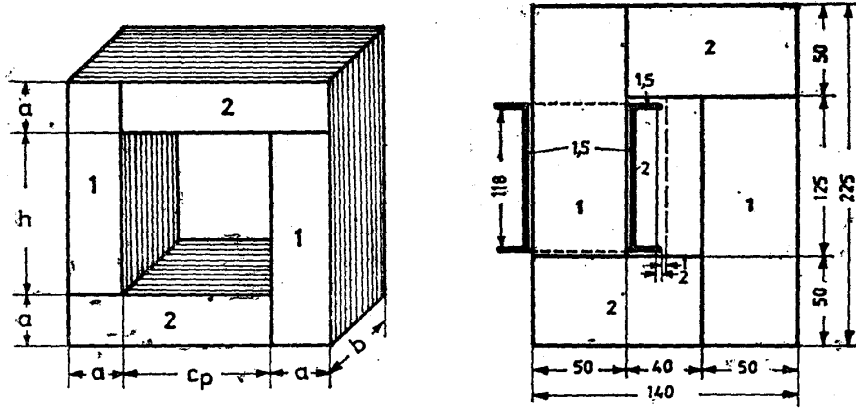
Sekonder iletken kesiti ise ortak sargıdan geçen akım dikkate alınarak bulunur. Buna göre,

$$S_{2\ il} = \frac{4,27}{2,2} = 1,94 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

İletkenin vernikle izole edildiği düşünülerek $S_1 = 2,3 \text{ mm}^2$; $S_2 = 2 \text{ mm}^2$ alınabilirse de sarım kolaylığı bakımından her iki sargı $2,3 \text{ mm}^2$ lik iletkenle sarılabilir.

2.3.5. Manyetik Nüve ve Sac Ölçüleri

$a = 50 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$ ve pencere yüksekliği $h = (2,5 \times a)$, $h = (2,5 \times 50)$
 $h = 125 \text{ mm}$ olur. Saclar şekil 2.2 deki gibi olmalıdır.



Şekil 2. 2: Hesaplanan oto trafosunun nüvesi ve ölçüleri

Primer ve sekonder sargıları iki eşit kısma bölünerek, şekil.2. 2. de belirtilen 1 numaralı ayaklara sarılacaktır. Makara 2 mm kalınlığında presbanttan yapılacak ve nüve ile arasında 1,5 mm boşluk kalması dikkate alınacaktır.

Buna göre makara iç yüksekliği;

$$h_m = h - 2 \times (1,5 + 2) = 125 - 5 = 120 \text{ mm olarak bulunur.}$$

Bir sıraya sığacak iletken sayısı = $120 / 2,3 = 52,17$ yaklaşık 52 sipir,

İletkenlerden oluşan kat sayısı = $481 / 52 = 9,25$ yaklaşık 10 kat olarak alınır.

Ancak bu 10 katın yarısı bir ayakta, diğer yarısı da trafonun diğer ayağındadır. Toplam iletken sayısı primerin iletken sayısı olan 481 dir. Ancak bu sargının 250. sipir ucu dışarı çıkartılarak sekonder ucu olarak kullanılacaktır. Bu bakımdan iletkenin oluşturacağı sarım katı 10 kat olarak belirlenmiştir.

Makara üst kenarı ile üst iletken arasında 2 mm pay bırakılır. Ayrıca iki makara arasında 2 mm boşluk kalır. Her iki kat arasında 0.3 mm lik ile sargıların en üstüne 0,5 mm lik presbant konulacağı dikkate alınırsa pencere genişliği;

$$C_p = 2 \times (1,5 + 2 + 2 + (5 \times 2,3) + (4 \times 0,3) + 0,5) = 39,4 \text{ mm olur.}$$

Kabartmalar dikkate alınarak $C_p = 40$ mm alınabilir. Bulunan değerlere göre şekil.2.2. de gösterilen 1 numaralı saclar 175×50 mm , 2 numaralı saclar ise; 90×50 mm ölçülerinde kesilir.

$$\text{Kullanılacak sac sayısı} = \frac{b}{0,5} = \frac{50}{0,5} = 100 \text{ olarak hesaplanır.}$$

1 ve 2 numaralı sacların her birinden 100 er adet kesiniz.
Oto trafolarında imalat hesabının yapılması;

1. Çekirdek tipi bir oto trafosu, sargılar vernikle izole edilmiş teller kullanılarak sarılacaktır. Akım yoğunluğu $J=2,2$ A/mm² alınacaktır. Nüve için kullanılacak sac kalınlığı 0,5 mm dir. Sacların akı yoğunluğu 10 000 GAUS olup verim %96 dır. Trafo 0,1 KVA yani 100 VA olacaktır. İşletme frekansı $f= 50$ hz dir. Primer gerilimi $U_1 = 220$ Volt, sekonder gerilimi ise $U_2 = 150$ Volttur. ($C = 0,95$ alınacaktır.)

İstenenler :

$$N_1 = ?$$

$$N_2 = ?$$

$$I = ?$$

$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

$$S_T = ?$$

$$S_n = ?$$

$$\emptyset = ?$$

$$S_{li} = ?$$

$$S_{2il} = ?$$

2. Çekirdek tipi bir oto trafosu, sargılar emaye bobin teli kullanılarak sarılacaktır. Akım yoğunluğu $J=2,2$ A/mm² alınacaktır. Nüve için kullanılacak sac kalınlığı 0,5 mm dir. Sacların akı yoğunluğu 10 000 GAUS olup verim %96 dır. Trafo 0,1 KVA yani 100 VA olacaktır. İşletme frekansı $f= 50$ hz dir. Primer gerilimi $U_1 = 220$ Volt, sekonder gerilimi ise $U_2 = 150$ Volttur. ($C = 0,95$ alınacaktır) aşağıda istenen değerleri hesaplayınız.

İstenenler :

$$N_1 = ?$$

$$N_2 = ?$$

$$I = ?$$

$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

$$S_T = ?$$

$$S_n = ?$$

$$\emptyset = ?$$

$$S_{li} = ?$$

$$S_{2il} = ?$$

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosu hesaplamalarıyla ilgili kullanacağınız formülleri kartekse kaydederek, ezberleyiniz.➤ Verilen ve istenen değerleri kaydediniz.➤ Gerekli formülleri kullanarak sarım hesaplamalarını yapınız.➤ Yaptığınız hesaplamaları öğretmeninize kontrol ettiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosu hesaplamalarında hesaplamaların iyi anlaşılması için bol bol örnek hesaplama çözünüz.➤ Size gelen arızalı ya da yeni bir oto trafosunun yapımında verilen ve istenen değerleri ve hesaplama işlemlerini düzenli kaydediniz.➤ Hesaplama işlemleri aşamalarının her hangi bir yerinde matematiksel bir işlem hatası yapmadığınızdan ve hesaplamalarınızın doğru olduğundan emin olunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanmadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Oto transformatörünün siper sayılarını hesaplayabildiniz mi?		
2. Oto transformatörünün sargılarından geçecek akımları hesaplayabildiniz mi ?		
3. Primer ve sekonder sargı için kullanılacak iletken çaplarını hesaplayabildiniz mi ?		
4. Tip gücünü hesaplayabildiniz mi?		
5. Nüve kesitini hesaplayabildiniz mi ?		
6. Makara ölçülerini hesaplayabildiniz mi ?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () U1 Giriş gerilimini ifade eder.
2. () I2 Giriş akımı ifade eder.
3. () S2il Sekonder kısmın iletken kesitini ifade eder.
4. () Ø verimi ifade eder.
5. () $I = I_2 - I_1$ primer kısmın akım formülüdür
6. () Sekonder iletken kesiti ; ortak sargıdan geçen akım dikkate alınarak bulunur.
7. () Oto trafoları çoğunlukla sekonder gerilimi sürekli ayarlanabilecek şekilde imal edilmezler.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında size getirilen arızalı bir oto trafosunun müşterinin isteği doğrultusunda yeniden sarımı ve yeni bir oto trafosunun imalatı konusunda gerekli bilgi ve becerileri kazanacaksınız.

ARAŞTIRMA

- Size gelen arızalı bir oto trafosunun değerlerinin kartekse kaydedilmesi konusunda araştırma yapınız.
- Yeni bir oto trafosu imalatının yapılabilmesi için gerekli araç ve gereçler konusunda araştırma yapınız.

3. OTO TRAFOSU SARIMI

3.1. Makara Yapımı

Burada makara hazırlanırken dikkat edilecek en önemli husus nüve kesiti hesaplamalarında hata yapılmamasıdır. Hesaplamalar doğrultusunda hazırlanacak nüveye göre makara hazırlanır. Biz öğrenme faaliyeti-2'deki nüve ölçülerini dikkate alarak makaramızı hazırlayalım.

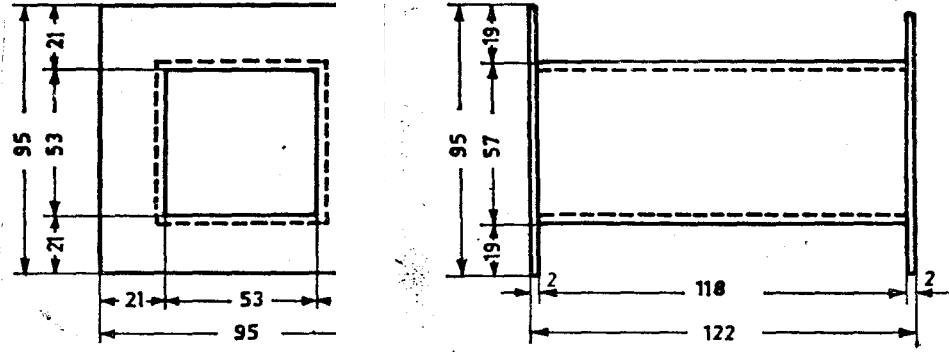
Nüve ile makara arasında 1,5 mm boşluk bulunduğu ve 2 mm kalınlığında presbant kullanıldığına göre makara ölçüleri şekil 2.3' te gösterildiği gibi olacaktır.

Üç fazlı trafo hesaplamalarında yalnız nüve kesiti değişik şekilde hesaplanır. Nüve kesitini veren formül,

$$S_n = Cx \sqrt{S2x \frac{2}{3}} = axb$$
 şeklindedir. Bu konuyu üç fazlı trafolar modülünde detaylı olarak işleyeceksiniz.

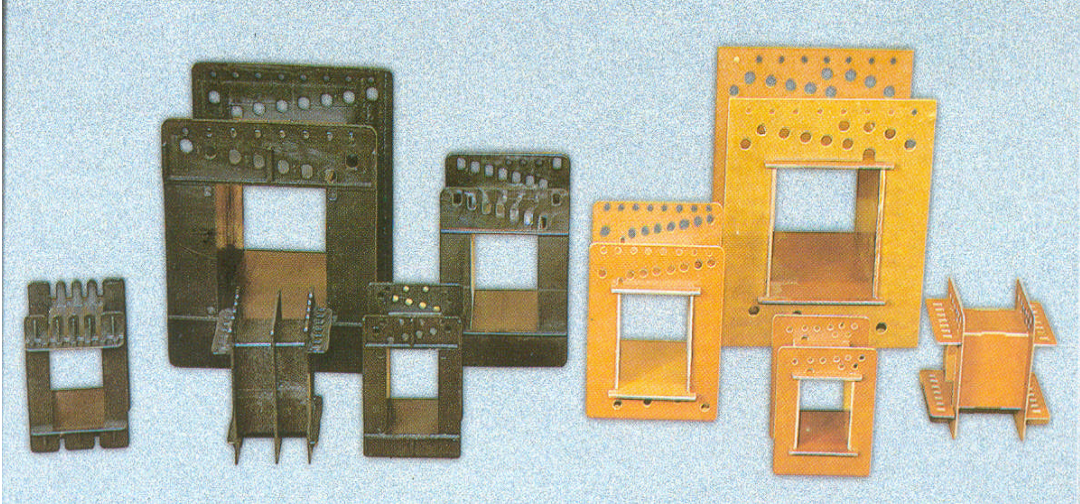
Günümüzde daha çok standart makara ölçüleri kullanılmakla birlikte hesaplamalar doğrultusunda nüve ve makara imalatı da yapılmaktadır.

Biz burada hesaplamalar doğrultusunda makara imalatı yapacağız.



Şekil 3. 1: Oto trafolarımızın makarası ve ölçüleri

NOT: Günümüzde daha çok ölçüleri standartlaştırılan hazır makaralar kullanılmaktadır.



Resim 3. 2: Çeşitli ölçülerde yapılmış standart makaralar

3.2. Bobinlerin Sarımı

Hemen şunu belirtelim ki bobinlerin sarımı dikkat edilecek iki önemli unsur vardır. Bunlar;

- 1- Hesaplanan değerlere göre sarımı yapmak,
- 2- Bobinin sarım aşamasından yerleştirme aşamasına kadar, bobinin izolesinin zarar görmemesine dikkat etmeliyiz.

3.2.1. Hesaplanan Değerlere Göre Sarımı Yapmak

Öncelikle hesapladığımız bobin kesitini seçeriz. Bobin kesitini seçmede eğer bobin üzerinde çap veya kesit yazmıyorsa, kumpasla bobin çapını ölçeriz. Sonra yine ölçü kalıbımıza ve hesaplanan sipir sayısına göre makara üzerine sarımı yaparız.

Sarım; en basit çıkırla yapılabildiği gibi gelişmiş özel sarım makineleriyle de yapılabilmektedir. Burada dikkat edilecek husus sipirler arasında boşluk kalmaması ve bobin izolesinin bozulmamasıdır.



Resim 3. 2: Sarımı yapılmış bobin grupları

3.2.2. Bobin İzolesine Zarar Vermemek

Bobinlere yönelik keskin ve sert cisim darbeleri veya sarım sırasında kuş gözü oluşumu, onların yalıtkan izolesinin açılmasına neden olabilir. İzolesi soyulmuş bobinler ise katlar arası kısa devre olacağından gerekli manyetik alan oluşmaz. Gerekli manyetik alan oluşması için devreden fazla akım çekilir. Bu akım, bobin kesitinin taşıyacağı akım sınırını geçerse, bobin ısınır ve yanar.

Bobinlerin sarımı uygun teknik ve yöntemlerle tamamlandıktan sonra verniklenerek üzeri kapatılır. Böylece sargılar etraftan gelebilecek darbelere karşı korunmuş olur.

3.3. Sacların Düzenlenmesi

Oto trafosu nüvesinin imalatında belirli kalınlıkta, bir tarafları yalıtılmış, silisyumlu çelik sac paketleri kullanılır. Sacların kesilmesinde eskiden giyotin makas kullanılır, delme işlemleri ise ayrı delme makinelerinde yapılırdı (Resim 3. 3). Günümüzde daha çok standart ya da ayarlı sac kesim makineleri kullanılmaktadır (Resim 3. 4).



Resim 3. 3: Eski tip giyotin makas

Oto trafosu nüvesinin silisyumlu çelik sac paketinden imal edilmesinin ve sacların bir yüzeylerinin yalıtılmasının nedeni; manyetik alan iletkenliğini (manyetik geçirgenlik) en ideal seviyeye getirmektir. Yani manyetik alanı iletmek için en ideal malzeme budur.

Uygun saclar seçildikten ve kesme ve delme işlemleri tamamlandıktan sonra bobinler makaralarla birlikte yerleştirilerek sacların montajı yapılır. Sacların montajı esnasında çok itinalı çalışılmalı, bobinlere ve ellerimize zarar vermemeliyiz. Saclar arasındaki boşluğu ne kadar aza indirirsek trafonun, veriminin artmasını, ısınmasının azalmasını ve sessiz çalışmasını sağlamış oluruz.



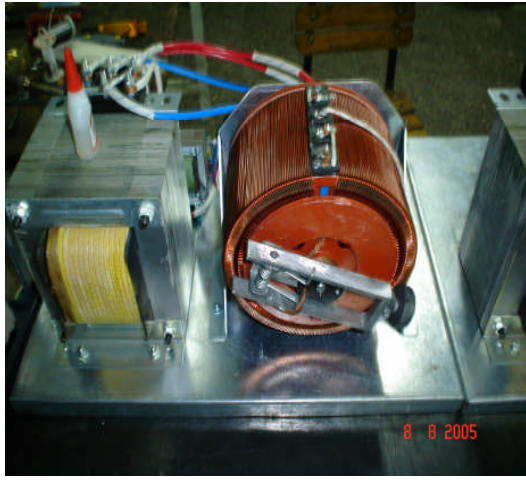
Resim 3. 4: Standart sac kesme makinesi

3.4. Oto Traformatörü Montajı ve Yapım Tekniği

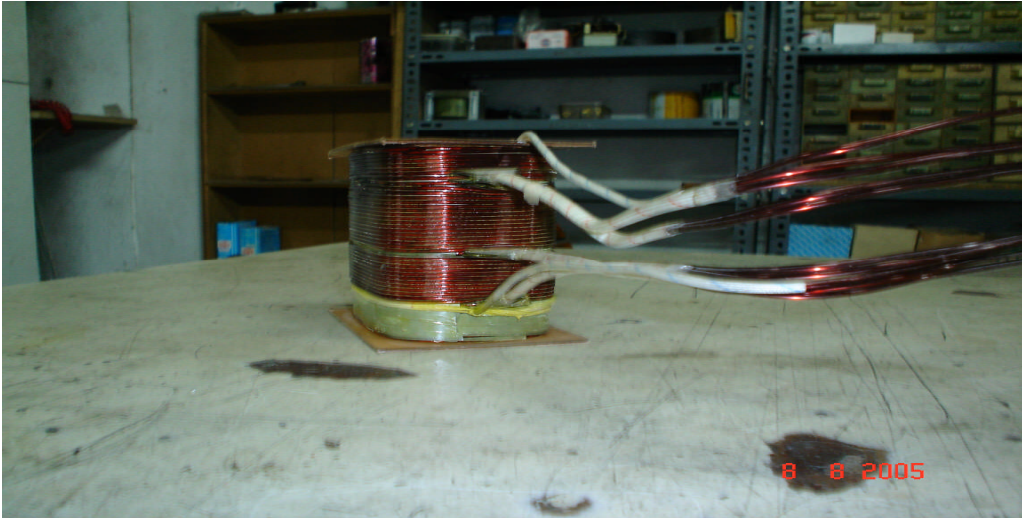
Oto trafosunun; makara yapımı, bobinlerin sarımı, sacların hazırlanması tamamlandıktan sonra montaj işlemine geçilebilir.

Montaj işleminde şu sıra izlenir:

- Sacların düzenlenmesi yapılır.
- Üzerine bobin ya da bobin gurubu yerleştirilen makara, nüvenin belirlenen bacağına takılır.
- Diğer sac ya da sac paketleri de yerleştirilerek sac vidaları iyice sıkılır.
- Sargıların vernikleme ve yalıtım işlemleri yapılır.
- Yapılan trafo, kutusunun içine yerleştirilir.
- Bobin uçlarının klemens kutusuna bağlantısı yapılır.
- Trafo test yapılır.



Resim 3. 5: Oto trafosu montajı



Resim 3. 6: Hesaplanan değerde sarılmış bobin



Resim 3. 7: Oto trafosu imalatında kullanılan çeşitli malzemeler

UYGULAMA FAALİYETİ

Arızalı Bir Oto Trafosunun Yeniden Yapılması: Arızalı bir oto transformatörünün tamir işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına uygun olarak gerçekleştiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Size gelen arızalı(sargıları yanmış) bir oto trafosunun değerlerini kaydediniz.➤ Trafoyu uygun araç-gereç kullanarak sökünüz.➤ Sargıları yerinden çıkartınız➤ Gerekli temizlik işlemlerini yapınız.➤ Müşterinin isteği doğrultusunda yeniden sarımıyla ilgili hesaplamaları yapınız.➤ Hesaplamalar doğrultusunda makarayı hazırlayınız.➤ Hesaplamalar doğrultusunda bobin sarımlarını yapınız.➤ Montaj yapmadan önce eskiyen ya da yenilenmesi gereken parçaları yenileyiniz.➤ Montajını yaparak gerekli olan her türlü yalıtımını yapınız.➤ İstenilen doğrultuda çalışıp çalışmadığınızı kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosunun değerlerini kaydetmek için karteks kullanınız.➤ Çalışma esnasında iş önlüğü giyiniz.➤ Trafo sökümü ve montajı esnasında her aşamada temizliğe dikkat ediniz.➤ Trafo sökümü ve montajı esnasında kullandığımız araç gereçlerin size zarar vermemesine dikkat ediniz.➤ Bobinleri sararken ve yerleştirirken onların yalıtkan izolelerinin açılmamasına dikkat ediniz.➤ İş güzelliğini elden bırakmayınız.➤ Çalışma esnasında araç gereçleri düzenli kullanmayı, çalışma sonrası onların temizliğini ve düzenini yaparak yerlerine düzenli bir şekilde yerleştirmeyi alışkanlık haline getiriniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Oto Trafosu İmaltının Yapılması

Çekirdek tipi bir oto trafosu, sargılar emaye bobin teli kullanılarak sarılacaktır. Akım yoğunluğu $J=2,5 \text{ A/mm}^2$ alınacaktır. Nüve için kullanılacak sac kalınlığı 0,5 mm dir. Sacların akı yoğunluğu 10 000 GAUS olup verim %98 dir. Trafo 0,08 KVA yani 80 VA olacaktır. İşletme frekansı $f= 50 \text{ Hz}$ dir. Primer gerilimi $U_1 = 220 \text{ Volt}$, sekonder gerilimi ise $U_2 = 110 \text{ Volt}$ tur. ($C = 0,95$ alınacaktır) gerekli değerleri hesaplayınız. Oto transformatörünün sarım ve montaj işlemini yaparak çalışmasını test ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İhtiyacınız olan güçteki ve dönüşüm oranındaki bir oto trafosuyla ilgili hesaplamaları yapınız.➤ Hesaplamalar doğrultusunda uygun araç – gereçleri hazırlayınız.➤ Hesaplamalar doğrultusunda sacları hazırlayınız.➤ Hesaplamalar doğrultusunda makarayı hazırlayınız.➤ Bobin sarımlarını yapınız.➤ Montajını yaparak gerekli yalıtım ve izole işlemlerini yapınız.➤ İstenilen doğrultuda çalışıp çalışmadığınızı kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Oto trafosunun değerlerini kaydetmek için karteks kullanınız.➤ Çalışma esnasında iş önlüğü giyiniz.➤ Trafo montajı esnasında her aşamada temizliğe dikkat ediniz.➤ Trafo montajı esnasında kullandığınız araç gereçlerin size zarar vermemesine dikkat ediniz.➤ Bobinleri sararken ve yerleştirirken onların yalıtkan izolelerinin açılmamasına dikkat ediniz.➤ İş güvenliğini ve güzelliğini elden bırakmayınız.➤ Çalışma esnasında araç gereçleri düzenli kullanmayı, çalışma sonrası onların temizliğini ve düzenini yaparak yerlerine düzenli bir şekilde yerleştirmeyi alışkanlık haline getiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Önlüğünüzü giydiniz mi?		
2. Oto transformatörü hesabını verilen değerlere göre yapabildiniz mi?		
3. Makaranın açık şeklini presbantın üzerine çizebildiniz mi?		
4. Yapıştırma işlemini yapabildiniz mi?		
5. Ölçüye uygun sac kesebildiniz mi?		
6. Tahta ve kapakları hazırlayabildiniz mi?		
7. Primer ve sekonder sargıları sarabildiniz mi?		
8. Transformatör yalıtımını uygun yapabildiniz mi?		
9. Transformatör kontrolünü yaptınız mı?		
10. Çalışma alanınızı tertipli düzenli kullandınız mı?		
11. Size verilen uygulamayı zamanında bitirebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Bobinin sarım aşamasından yerleştirme aşamasına kadar, bobinin izolesinin zarar görmemesine dikkat etmeliyiz.
2. () Bobinlerin sarımı uygun teknik ve yöntemlerle tamamlandıktan sonra üzeri açık bırakılır.
3. () Oto trafosu nüvesinin imalatında belirli kalınlıkta, bir tarafları yalıtılmış, plastik sac paketleri kullanılır.
4. () Sarım; en basit çıkırla yapılabildiği gibi gelişmiş özel sarım makineleriyle de yapılabilmektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

1. () Oto trafoları elektrik enerjisinin frekansını değiştirir.
2. () Oto trafoları elektrik enerjisinin gücünü düşürür.
3. () Oto trafoları elektrik enerjisinin gerilim etkisiyle çalışır.
4. () Oto trafoları bir çeşit elektrik makinesidir.
5. () Sekonder sargısı kalın kesit az siperden oluşur.
6. () Ortak sargıda oluşan güç trafonun tip gücüdür.
7. () Kaçak akı devresini nüveden tamamlayan akıdır.
8. () Oto trafolarının bir tarafında tehlikeli, diğer tarafında tehlikesiz gerilim bulunması, yani giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki farkın büyük olması çok sakıncalıdır.
9. () Oto trafoları gerilimi azaltarak asenkron motorlara yol vermede, gerilim yükseltmede, enerji iletim ve dağıtım şebekeleri ile bunlara ait hatlardaki gerilim düşümlerini karşılamakta ve çeşitli gerilimlerin elde edilmesinde kullanılır.
10. () I_2 Giriş akımı ifade eder.
11. () \emptyset verimi ifade eder.
12. () Sekonder iletken kesiti ; ortak sargıdan geçen akım dikkate alınarak bulunur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili faaliyetleri tekrar inceleyiniz. Cevaplarınız doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Yanlış
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Doğru
11	Doğru
12	Yanlış
13	Yanlış
14	Yanlış
15	Doğru
16	Doğru
17	Doğru
18	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Yanlış
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış
11	Yanlış
12	Doğru

KAYNAKÇA

- ALTUNSAÇLI Adem, **Elektrik Makineleri**, Kahraman Maraş,1998
- ÇELİK İsmail, **Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi notları**, Ankara,1994- 1998
- SÜMBÜL TRAFİKO, **Bilgi notları, Katalog ve Dokümanları**, Kahraman Maraş, 2005
- ÜRKMEZ Abdullah, M. Adnan PEŞİNT, **Elektrik Makineleri II**, İstanbul,1989