

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ

ANKARA 2007

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	3
1. AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ.....	3
1.1. Akım Transformatörleri.....	3
1.1.1. Tanımı	3
1.1.2. Yapısı	3
1.1.3. Akım Transformatörü Prensip Şekli	4
1.1.4. Kullanma Amaçları	4
1.1.5. Özellikleri	5
1.1.6. Kullanıldığı Gerilime Çeşitleri	5
1.1.7. Soğutma Şekline Göre Çeşitleri.....	6
1.1.8. Yapılışlarına Göre Çeşitleri	7
1.1.9. Kullanıldıkları Yere Göre Çeşitleri	7
1.1.10. Akım Transformatörü Etiket Değerleri	8
1.1.11. Akım Transformatörü Siparişinde Dikkat Edilecek Özellikler	9
UYGULAMA FAALİYETİ.....	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	11
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	13
2. AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖR MONTAJ VE BAĞLANTILARI	13
2.1. Akım Transformatörleri Kullanım (Montaj) Yerleri ve Bağlantı Şekilleri.....	13
2.2. Akım Transformatör Sekonder Ucunun Açık Kalmamasının Önemi	15
2.3. Akım Transformatör Gövde ve Sekonder Ucunun Topraklamasının Önemi ve Bağlantı Şekli	15
2.4. Akım Transformatörünün Montaj ve Bağlantıları	16
2.4.1. Akım Transformatör Montaj ve Bağlantı İşlem Sırası	16
2.4.2. Akım Transformatör Montaj ve Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar	16
UYGULAMA FAALİYETİ.....	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	20
3. GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ.....	20
3.1. Gerilim Transformatörleri	20
3.1.1. Tanımı	20
3.1.2. Yapısı	21
3.1.3. Gerilim Transformatörü Prensip Şekli	21
3.1.4. Kullanım Amaçları.....	22
3.1.5. Özellikleri	22
3.1.6. Kullanıldıkları Yere Göre Çeşitleri	22
3.1.7. Gerilim Transformatörü Etiket Değerleri	23
3.1.8. Gerilim Transformatörü Siparişinde Dikkat Edilecek Özellikler.....	24
3.1.9. Kombine (Akım ve Gerilim Transformatörü Birlikte) Ölçü Transformatörünün Tanımı, Yapısı	24
UYGULAMA FAALİYETİ.....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26

PERFORMANS DEĞERLENDİRME	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	28
4. GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖR MONTAJ VE BAĞLANTILARI.....	28
4.1. Gerilim Transformatörleri Kullanım (Montaj) Yerleri ve Bağlantı Şekilleri	28
4.2. Gerilim Transformatörünün Giriş ve Sekonder Tarafının Bir Ucuna Sigorta Takılmasının Önemi.....	30
4.3. Gerilim Transformatör ve Sekonder Ucunun Topraklamasının Önemi ve Bağlantı Şekli	31
4.4. Gerilim Transformatörünün Montaj ve Bağlantıları	31
4.4.1. Gerilim Transformatör Montaj ve Bağlantı İşlem Sırası.....	31
4.4.2. Gerilim Transformatör Montaj ve Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar.....	31
4.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği	31
4.6. Topraklama Yönetmeliği.....	32
UYGULAMA FAALİYETİ.....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	35
PERFORMANS DEĞERLENDİRME	36
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	37
CEVAP ANAHTARI.....	40
ÖNERİLEN KAYNAKLAR	42
KAYNAKÇA	43

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0134
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Yüksek Gerilim Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Ölçü Transformatörleri
MODÜLÜN TANIMI	Ölçü transformatörlerinin seçimini, yapısını, çeşitlerini, montaj ve bağlantılarını anlatıldığı ve bununla ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Ölçü transformatörlerinin montajını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül için gerekli ortam sağlandığında, standartlara, Kuvvetli Akım Topraklamalar Yönetmeliği'ne uygun ve hatasız olarak, ölçü transformatörlerini seçebilecek ve bağlantılarını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Akım ölçü transformatörlerini hatasız olarak seçebileceksiniz.2. Akım ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.3. Gerilim ölçü transformatörlerini hatasız olarak seçebileceksiniz.4. Gerilim ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Akım transformatörleri, akım transformatör katalogları, gerilim transformatörleri, gerilim transformatör katalogları, akım ve gerilim transformatörleri tanıtım CD'leri, projeksiyon, tepegöz, bilgisayar ve donanımları, iletkenler, montaj araç ve gereçleri, elektriksel ölçü cihazları, eldiven hazır olarak bulundurulmalıdır.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda bilgi ve beceriyi belirlemek amacıyla, öğretmeniniz tarafından belirlenecek ölçme aracıyla değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülü eğer başarılı bir şekilde bitirirseniz, elektriğin üretiminden, en son nokta olan tüketim panolarına kadar, her yerde kullanılan ölçü transformatörlerini, hatasız olarak seçebilecek, bunları doğru bir biçimde bağlayabileceksiniz.

Kazanmış olduğunuz becerilerinize, orta ve yüksek gerilim ile ilgili modülleri de alarak katacağınız bilgiler piyasada, orta ve yüksek gerilim şalt cihazları montajında, enerji üretim merkezlerinde, orta ve yüksek gerilim pano montajlarında iş bulmanızı kolaylaştıracaktır.

Unutmayalım ki her güzel eser; planlı, sabırlı, titiz ve düzenli çalışmaların neticesinde ortaya çıkmaktadır. Böyle bir çalışmayla sizlerin de başarılı olmamanız için hiçbir neden yoktur.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında akım ölçü transformatörlerini hatasız olarak seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

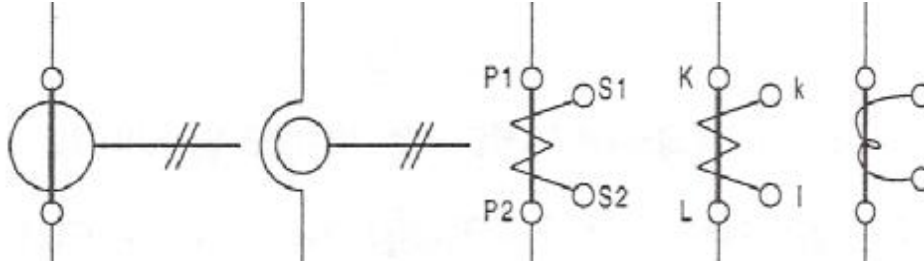
- Ø Transformatörler kaç kısımdan oluşur, nasıl çalışır kısaca bir rapor hazırlayınız.
- Ø Çok yüksek akımlar nasıl ölçülür araştırınız.
- Ø Yaşadığınız yerde bulunan, transformatör istasyonlarından birine giderek akım transformatörlerinin etiket değerlerini inceleyiniz.

1. AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ

1.1. Akım Transformatörleri

1.1.1. Tanımı

Bağlı oldukları devreden geçen akımı istenen oranda küçülterek, bu akımla sekonder terminallere bağlı aletleri besleyen ve onları yüksek gerilimden izole eden özel trafolarla, akım transformatörleri denilir. Akım transformatörü şekil 1'deki sembollerle gösterilir.

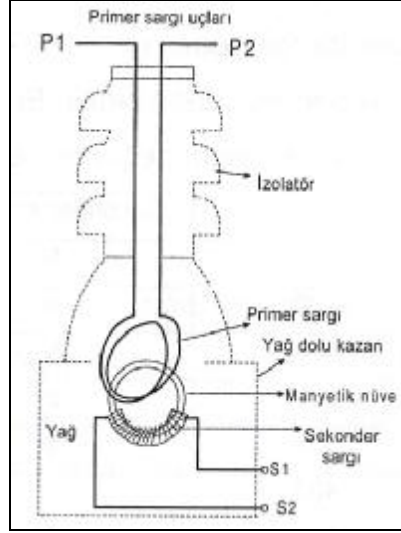


Şekil 1.1: Akım transformatörlerinin sembolleri

1.1.2. Yapısı

Akım transformatörleri şu kısımlardan oluşur:

- Ø Primer sargı,
- Ø Sekonder sargı,
- Ø Manyetik nüve,
- Ø İzolatör,
- Ø İçi özel yağ dolu kazan.



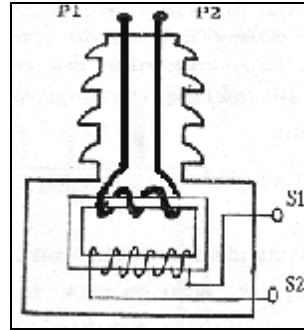
Şekil 1.2: Akım transformatörünün yapısı

1.1.3. Akım Transformatörü Prensi Şekli

Akım transformatörleri çalışma ve parçaları bakımından trafolarla çok benzerdir.

Fakat akım transformatörleri sekonderi kısa devre çalışan ve sekonder çıkış akımı belirli oranda (ölçme ve koruma röleleri için) sınırlandırılmış özel bir trafodur.

Şekil 1.3'te akım transformatörünün prensibi verilmiştir.



Şekil 1.3: Akım transformatörünün prensip şekli

1.1.4. Kullanma Amaçları

Akım transformatörlerinin kullanma amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

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

1.1.5. Özellikleri

Akım transformatörlerinin en önemli özellikleri şunlardır:

- Ø Primer devresinden geçen akımı, dönüştürme oranına göre sekonder devreye aktarır.
- Ø Akım transformatörleri sekonder devreleri, kısa devre durumunda çalışır.
- Ø Primer sargıları kalın ve az sarımlı veya sadece baradan oluşur.
- Ø Sekonder sargıları ise, ince telli ve çok sarımlıdır.
- Ø Akım transformatörlerinin primer ve sekonder sargılarının giriş ve çıkış uçları, değişik harflerle ifade edilir.

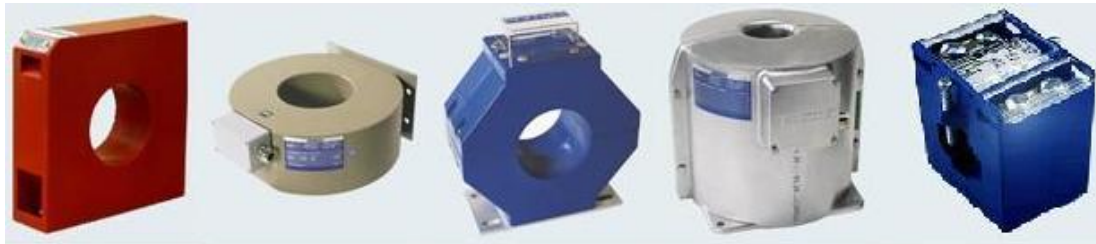
Primer sargı	Giriş ucu	Çıkış ucu	Sekonder sargı	Giriş ucu	Çıkış ucu
Alman normu	K	L		k	l
Amerikan normu	H1	H2		X1	X2
TSE	P1	P2		S1	S2

- Ø Akım transformatörlerinin bazı ölçü aletleri ile bağlantısında polaritesi önemlidir.
- Ø Aynı akım transformatörü ile birkaç ölçü aleti kullanılabilir.
- Ø Akım transformatörlerinin, ölçme hassasiyetlerine göre sınıfları: 0,1-0,2-0,5-1 ve 3 olmak üzere sınıflandırılır.
- Ø Koruma devrelerinde 3 sınıfı, sayaçlarda 0,2-0,5 sınıfı, ölçü aletlerinde 1 sınıfı akım transformatörleri kullanılır.
- Ø Akım transformatörlerinin sekonder ucu mutlaka topraklanmalıdır.
- Ø Akım transformatörleri nominal akımlarının %20 fazlasına kadar yüklenebilir.

1.1.6. Kullanıldığı Gerilime Çeşitleri

1.1.6.1. AG Akım Transformatörleri

Alçak gerilim şebekelerinde kullanılan akım trafolarıdır. Dağıtım transformatörü çıkışı fazlar arası 400 V olan gerilimdir. Bu gerilim ile çalışan iş yerleri ve fabrikalarda kullanılan akım trafolarıdır. Alçak gerilimde kuru tip akım transformatörleri kullanılır.



Resim 1.1: AG akım transformatörleri

1.1.6.2. OG Akım Transformatörleri

Alçak gerilim şebekeleriyle yüksek gerilim şebekeleri arasında köprü görevi yapan orta gerilim şebekeleridir. Enerji iletiminde en çok kullanım alanına sahip şebekelerdir. Ülkemizde 3-36 KV kadar olan şebekelerdir. Bu şebekelerde kullanılan akım transformatörleri kuru tip akım trafolarıdır.



Resim 1.2: OG akım transformatörleri

1.1.7. Soğutma Şekline Göre Çeşitleri

1.1.7.1. Yağlı Tip

Bu tip akım transformatörlerinde yalıtkanlığı genellikle izolasyon yağı sağlar. Kuru tip akım transformatörlerine göre, terleme veya yağ sızıntısı yapmak suretiyle kirlenme gibi kötü özellikleri vardır. Yüksek gerilimde kullanılan akım transformatörleri yağlı tip transformatörlerdir.

1.1.7.2. Kuru Tip

Akım transformatörlerinin iletken kısımları birbirinden ve şaseden katı yalıtkan malzemelerle yalıtılmışlardır. Bu tip trafolarda yalıtım maddesi olarak zift, kâğıt, reçine ve vb. malzemeler kullanılmaktadır. Genellikle alçak gerilimde kullanılan akım transformatörleri kuru tip olarak yapılırlar. Ekonomik bakımdan ucuz, ancak herhangi bir arızada tamirleri zordur. Resim 1.3'te sargıları sarılmış, izolasyon maddesi dökülmemiş olan kuru -tip bir gerilim transformatörü görülmektedir. Akım ve gerilim transformatörlerinin yalıtımları aynı prensip ile yapılır.

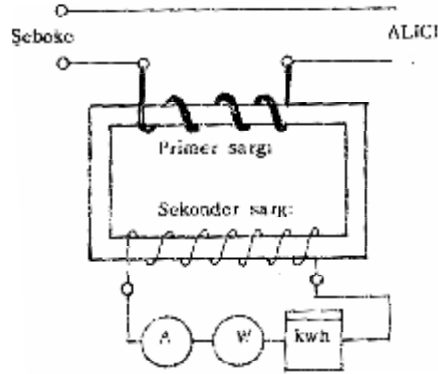


Resim 1.3: Reçine kalıbına yerleştirilmiş bir gerilim transformatörü

1.1.8. Yapılışlarına Göre Çeşitleri

1.1.8.1. Sargılı Tip

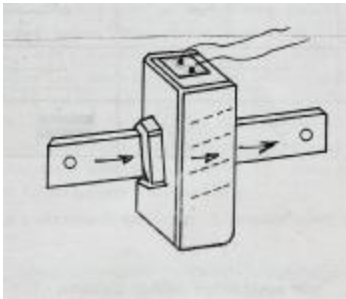
Bu tip akım transformatörlerinin primer sargıları tek bir iletken değil, sarımlardan oluşur. Primer ve sekonder sargıları aynı manyetik devre üzerine sarılmıştır.



Şekil 1.4: Sargılı tip akım transformatörü

1.1.8.2. Bara Tipi

Bu tip akım transformatörlerinde primer sargıyı şebekedeki faz iletkeni oluşturur. Bara tipi akım transformatörlerinin bazılarında primer sargı, transformatörün orta kısmına yerleştirilmiş bir iletkendir. Bazı akım transformatörlerinde orta kısım boştur. Bu orta kısmın içerisinden bara veya iletken geçirilir. Genellikle panolarda kullanılır.



Şekil 1.5: Bara tipi akım transformatörü



Resim 1.4: Buşing akım transformatörü

Bunun yanı sıra bazı güç transformatörlerinin buşinglerine yerleştirilen akım transformatörlerine buşing tipi akım transformatörü denir. Resim 3'te görülmektedir.

1.1.9. Kullanıldıkları Yere Göre Çeşitleri

Akım transformatörleri kullanıldıkları yere göre ikiye ayrılır:

1.1.9.1. İç Tip (Bina İçi, Dahili)

Genellikle dış etkilere karşı mukavemeti az olan transformatörlerdir. Daha ziyade kapalı yerlerde (transformatör merkezlerindeki kabinler, panolar vb.) kullanılırlar.

1.1.9.2. Dış Tip (Bina Dışı, Harici)

Yapılışları bakımından dahili tip akım transformatörlerine göre ortam şartlarına karşı daha dayanıklıdır. Şalt sahalalarında kullanılan akım transformatörleri harici transformatörlerdir.

1.1.10. Akım Transformatörü Etiket Değerleri

Bir akım transformatörü etiketinde şunlar bulunur:

- Ø Çalışma sınıfı, akım transformatörlerinin hassasiyetlerini belirler, ölçme için 0,1-0,2-0,5-1-3-5, koruma için 5P-10P grupları kullanılır.
- Ø Sekonder anma akımı "Is" (nominal sekonder akımı) trafoların sekonder akımları (özel olarak yapılanlar hariç) 1-2-5 ve 10 A olarak yapılır. Sekonder tarafına bağlanan ölçü aletleri bu akımlara göre imal edilir. En çok kullanılan sekonder akımı 5 A'dır. Transformatör ve cihazlar arası uzaklık büyükse sekonder akımı 1 A olarak alınır.
- Ø Primer anma akımı "Ip" (nominal primer akımı), Transformatörün çalışma akımıdır. Primer akımları, 10-12-5-15-20-25-30-40-50-60-75-100 sayılarının 5 veya 10 katıdır. Akım transformatörleri primer akımlarının %20 fazlasına kadar yüklenebilirler. Bu durumda (sekonderi 5A olan trafoda) sekonderinden 6 A geçer.
- Ø Akım dönüştürme oranı, primer akımının, sekonder akımına oranına denir. Transformatör etiketlerinde 75/5A, 100/5A, 1000/5A gibi belirtilir.
- Ø Sargı oranı, "ns" primer ve sekonder sargıların birbirine oranına denir. İdeal bir akım transformatöründe sargı oranı ile dönüştürme oranı birbirine eşittir.
- Ø Kullanma gerilimi "kV",
- Ø Duyarlılık yükü ve gücü "VA", güç kat sayısı belirtmek koşulu ile, sekonder devrenin ohm (anma sekonder akımında voltamper(VA)) cinsinden ifade edilen empedansdır.
- Ø Doyma kat sayısı(aşırı akım faktörü) "n", ölçü aletlerinde emniyet kat sayısı olarak tanımlanır. Ölçü transformatörlerinde $n \leq 5$ olmalıdır. Koruma transformatörlerinde $n \geq 10-15-20$ olabilir.
- Ø Anma frekansı "Hz", akım transformatörlerinin çalışma frekansdır.
- Ø Yalıtkan tipi,
- Ø Termik anma akımı "Ith", bir akım transformatörünün, bir saniye süre ile hasar görmeden dayanabileceği primer akımının efektif değeridir. Bu değer etikette kA veya primer akımının katları şeklinde gösterilir.(10 kA veya $200 \times I_n$ gibi)
- Ø Dinamik anma akımı "Idyn", primer şebekedeki bir kısa devre anında, ilk periyotta geçecek darbe akımının yol açacağı mekanik kuvvetler açısından, akım transformatörünün dayanacağı primer akımın maksimum değeridir. Akım transformatörlerinin termik anma akımlarının 2.5 katı kadardır. Akım transformatörleri Idyn akımlarına göre izole edilirler. Idyn akımları etikette verilmeyebilir.

1.1.11. Akım Transformatörü Siparişinde Dikkat Edilecek Özellikler

Bir akım transformatörü sipariş verilirken şunlara dikkat edilmelidir:

- Ø Faz-faz arası nominal (anma veya çalışma) gerilimi (24 kV gibi)
- Ø Dönüştürme oranı (amper) (200/5 gibi)
- Ø Sekonder kademe sayısı (100/5-5 gibi)
- Ø Sınıfı ve kullanma amacı, (1-3 gibi)
- Ø Doyma kat sayısı, n ($n \leq 5$ ölçme, $n \geq 10$ koruma)
- Ø Gücü VA olarak veya ohm cinsinden (30 VA, 0.5Ω gibi)
- Ø Tipi: (Dahili, harici, geçit, bar, yağlı, kuru gibi)

“İlgili yönetmenlik maddeleri Öğrenme Faaliyeti-4’ün sonunda verilmiştir.”

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Kullanacağınız yere göre akım transformatörlerini seçiniz.</p> <p>Ø Yapılışlarına göre bara tipi akım transformatörünü seçiniz.</p> <p>Ø Seçtiğiniz akım transformatörünün etiketi üzerindeki değerlerin ne anlama geldiğini yazınız.</p> <p>Ø Akım transformatörlerini aranızda değiştirerek değişik etiketli akım transformatörlerini okumaya çalışınız.</p>	<p>Ø Uygulamaya başlamadan önce gerekli iş güvenliği tedbirlerini alınız.</p> <p>Ø Akım transformatörlerini seçerken etiket değerlerine dikkat ediniz.</p> <p>Ø Akım transformatörlerinin seçiminde tanıtım CD'leri ve katalogları inceleyiniz.</p> <p>Ø İnternet üzerinden araştırmalar yapınız.</p> <p>Ø İlgili yönetmeliklerdeki maddeleri göz önünde bulundurarak seçiminizi yapınız.</p> <p>Ø Kullanacağınız akım transformatörünün soğutma şekline dikkat ediniz.</p> <p>Ø Kullanıldığı gerilime göre uygun olup olmadığına karar veriniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Akım transformatörlerini bağlı oldukları devredeki akımı istenen oranda yükseltirler.
2. Akım transformatörlerinin çalışma prensibi diğer transformatörlerle aynıdır.
3. Akım transformatörleri sekonder sargı tarafında bulunan ölçü aletlerini yüksek gerilimden izole eder.
4. Büyük akımların ölçülmesinde akım transformatörleri ekonomik **değildir**.
5. Değişik primer akımlarına karşı, standart sekonder değerleri elde edilir.
6. Akım transformatörlerinin sekonder tarafları açık devre şeklinde çalışır.
7. Akım transformatörlerinin sekonder sargıları ince telli, az sarımlıdır.
8. Akım transformatörlerinin primer sargıları tek bir baradan oluşabilir.
9. Akım transformatörleri soğutma şekline göre yağlı ve kuru tiptedir.
10. Primer akımı ile sekonder akımı arasındaki orana dönüştürme oranı denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki kontrol listesini bir arkadaşınızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz.

Aşağıda listelenen davranışların her birinin arkadaşınız tarafından yapıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Modülün Adı	Ölçü Transformatörleri	Modül Eğitimini Alanın: Adı ve Soyadı		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?			
3	Akım transformatörünün kullanıldığı gerilimi kontrol ettiniz mi?			
4	Akım transformatörünün soğutma şeklini arkadaşınıza doğru olarak söyleyebildiniz mi?			
5	Yapılışlarına göre akım transformatörlerini birbirinden ayırabildiniz mi?			
6	Kullandığınız yere göre uygun akım transformatörünü seçtiniz mi?			
7	Akım transformatörü etiketindeki değerlerin anlamlarını söyleyebildiniz mi ?			
8	Seçtiğiniz akım transformatörünü, yönetmenliklere göre kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru ve yanlış cevap sayılarını belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz sorular ve tereddütlü cevaplarınız için ilgili öğrenme faaliyetini tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz; bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında akım ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

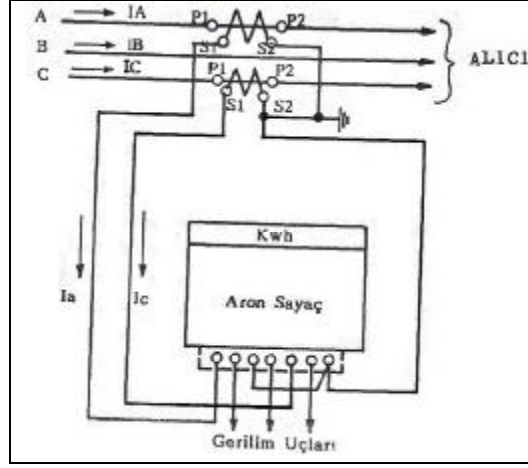
Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Topraklama çeşitlerini araştırınız.
- Ø Okulunuzda ana dağıtım panosu içerisinde ki akım transformatörlerinin montaj ve bağlantı şekillerini öğretmeninizle inceleyiniz.
- Ø Yaşadığınız yerde bulunan transformatör istasyonlarından birine giderek akım transformatörlerinin montaj ve bağlantılarını inceleyiniz.

2. AKIM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖR MONTAJ VE BAĞLANTILARI

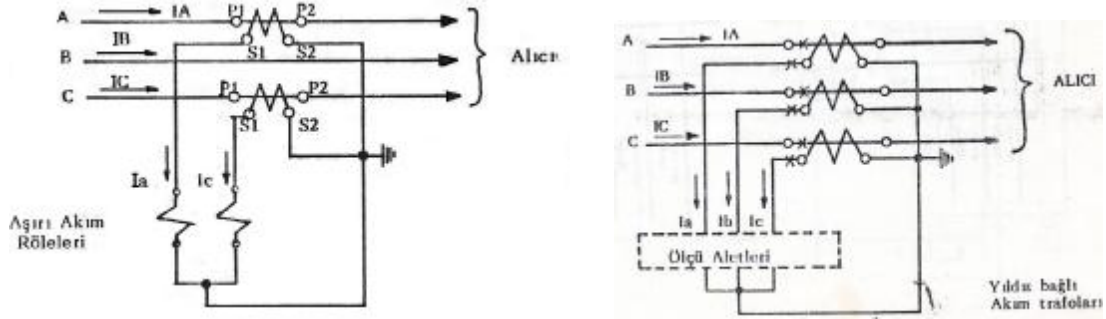
2.1. Akım Transformatörleri Kullanım (Montaj) Yerleri ve Bağlantı Şekilleri

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 2.1'de görülen bağlantı, güç ve enerji ölçmek için gerçekleştirilir. Akım transformatörünün sekonderi aron dediğimiz wattmetre, varmetre, sayacın akım bobinlerini besler.



Şekil 2.1: Aron bağlantı

Yıldız bağlama: Üç fazlı sistemlerde akım transformatörleri devrenin dengeli veya dengesiz yük çekmesine göre her faza bir akım transformatörü veya iki faza birer akım transformatörü şeklinde bağlanır. Dengeli yükler için iki faza akım transformatörü bağlanması yeterlidir. (Şekil 2.2).

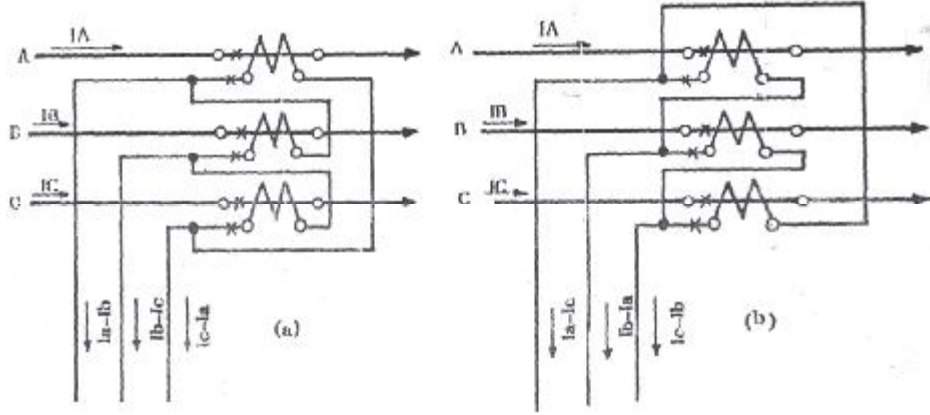


Şekil 2.2: Dengeli ve dengesiz yüklerde akım transformatörlerinin yıldız bağlantısı

İki akım transformatörünün yıldız bağlanması: Dengeli yüklerde kullanılır. Akım transformatörleri birinci ve üçüncü faza bağlanır. Bu bağlantı şekli hem ölçme hem de koruma amaçlı yapılır.

Üç akım transformatörünün yıldız bağlanması: Dengesiz yük çeken devrelerde veya dengeli yük çekilen fakat şebeke gerilimi yüksek olan devrelerde kullanılır (154 KV, 380 KV gibi) Üç adet akım transformatörü her bir faza seri olarak bağlanır. Sekonderler ise kendi arasında yıldız olarak bağlanır. Sekonder sargıların diğer uçları ortak olarak topraklanır.

Üçgen bağlantı: Güç transformatörlerinin diferansiyel korumasını gerçekleştirmek amacıyla yapılır. Her faza birer tane akım transformatörü bağlanır. Sekonderler ise kendi aralarında üçgen bağlanır. Sekonderlerin üçgen bağlanması ise güç transformatörünün bağlantı grubuna bağlı olarak iki şekilde yapılır. Şekil 1.3'te bu bağlantı şekli gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Akım transformatörlerinin üçgen bağlantıları

2.2. Akım Transformatör Sekonder Ucunun Açık Kalmamasının Önemi

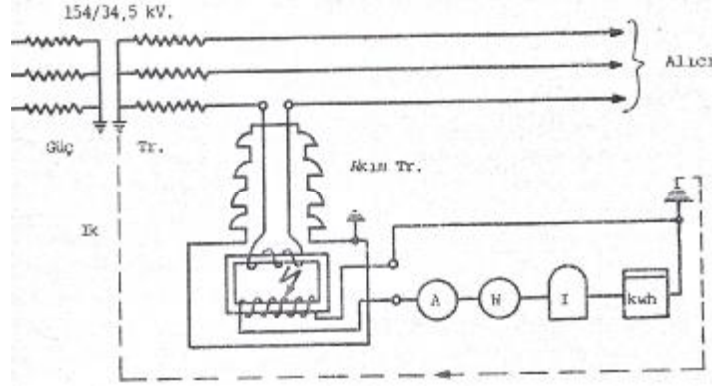
Akım transformatörünün sekonderine bağlanan elemanların iç dirençleri çok küçük olduğundan, akım transformatörleri kısa devre durumunda çalışır.

Primeri devreye bağlanmış bir akım transformatörünün sekonder uçları yüksüz veya açık bırakılacak olursa, sekonder sargının primer sargı akısına zıt yönde olan manyetik akısı ortadan kalkar. Primerden geçen akıma bağlı olarak, transformatörün nüvesindeki manyetik akı önemli ölçüde artar. Manyetik akımın artması sonucunda transformatör nüvesi mıknatıslanma akımına doyar ve sekonder uçlarında birkaç bin voltluk bir gerilim meydana gelir. Ayrıca manyetik akımın yüksek olması nedeni ile nüvedeki demir kayıpları artarak nüveyi aşırı derecede ısıtır ve transformatör zarar görür. Bu olay yağlı tip akım transformatörlerinde patlama şeklinde olacağından, kişiler ve diğer teçhizatlar için tehlike oluşturur. Bu tehlikelerin önlenmesi için akım transformatörünün sekonder ucu kullanılmaya bile kısa devre edilir.

2.3. Akım Transformatör Gövde ve Sekonder Ucunun Topraklamasının Önemi ve Bağlantı Şekli

Akım transformatörlerinin sekonder sargılarının bir ucunun topraklanması gerekir. Bunun nedeni, akım transformatörünün primer sargısı ile sekonder sargısı arasında oluşan bir kısa devrede, primer devre gerilimi, topraklanan sekonder, uç yardımıyla güç transformatörünün nötr noktasından bir kapalı devre oluşturur.

Akım transformatörünün sekonder sargı ucunun topraklanmaması hâlinde ise söz konusu arızada primer devre, gerilimi, sekondere bağlı olan ölçü ve koruma devrelerine tatbik etmiş olur. Dolayısıyla bu devre üzerindeki ölçü ve koruma elemanlarının izolasyonu delinir. Aynı zamanda çalışan personel için hayati tehlike doğurur.



Şekil 2.4: Akım transformatörünün gövde ve sekonder ucunun topraklanması

Akım transformatörlerinin sekonder ucunun topraklanması müstakil olarak yapıldığı gibi, transformatörün gövdesi ile müşterek de yapılır.

2.4. Akım Transformatörünün Montaj ve Bağlantıları

2.4.1. Akım Transformatör Montaj ve Bağlantı İşlem Sırası

Akım transformatörünün montaj ve bağlantı sırası:

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

2.4.2. Akım Transformatör Montaj ve Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

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

“İlgili yönetmenlik maddeleri Öğrenim Faaliyeti 4’ün sonunda verilmiştir.”

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Akım transformatörünü kullanıldığı yer, proje ve şemalarından temin ediniz.Ø Temin ettiğiniz proje ve şemalardaki akım transformatörlerinin özelliklerini okuyarak not alınız.Ø Akım transformatörlerini montaj yerine güvenli bir şekilde getiriniz.Ø Akım transformatörünü yerine monte ediniz.Ø Akım transformatörünün giriş ve çıkış uçlarını, topraklamayı kontrol etmek için avometreyi alınız.Ø Akım transformatörünün giriş ve çıkış bağlantılarını yapınız.Ø Akım transformatörü sekonder ucu ve gövdesinin topraklamasını yapınız.Ø Üç adet akım transformatörünü yıldız ve üçgen bağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Proje ve şemaları elektrik mühendisleri odasından veya çevrenizdeki elektrik dağıtım şirketlerinden temin ediniz.Ø Proje ve şemalardaki akım transformatörlerinin tipini, devreye nasıl bağlandığını kontrol ediniz.Ø Akım transformatörünü taşımadan önce gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.Ø Eğer akım transformatörü ağır ise öğretmenizden yardım isteyiniz.Ø Montaj işlemini kesinlikle enerji altında yapmayınız.Ø Akım transformatörünün montaj yerlerini bulunuz.Ø Montajı uygun el araçlarını kullanarak yapınız.Ø Akım transformatörünün giriş ve çıkış uçlarını ölçü aleti ile kontrol ediniz.Ø Eğer akım transformatörünün polaritesi önemli ise buna dikkat ediniz.Ø Akım transformatörünün sekonder ucu ile gövdenin topraklamasının yapıp yapılmadığını ölçü aleti ile kontrol ediniz.Ø Devreye enerji vermeden önce akım transformatörünün sekonder uçlarını bir iletken ile kısa devre ediniz.Ø Devreye enerji verirken mutlaka öğretmeninizin gözetiminde olunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Akım transformatörlerini devreye seri olarak bağlanır.
2. Akım transformatörleri kısa devre durumunda çalışan transformatörlerdir.
3. Akım transformatörlerinin gövde ve sekonder ucu topraklanmaz.
4. Akım transformatörlerinin sekonder tarafları açık devre şeklinde çalışır.
5. Akım transformatörleri akımlarına göre sınıflara ayrılır.
6. Akım transformatörlerinin sekonder çıkışına voltmetre, bağlayabiliriz.
7. Akım transformatörlerinin sekonder uçları açık bırakılırsa transformatör zarar görür.
8. Üç fazlı dengeli yüklerde iki akım transformatörü yıldız bağlanabilir.
9. Trafoların diferansiyel korumaları için akım transformatörleri üçgen veya yıldız bağlanır.
10. Akım transformatörünün primer tarafına sigorta konur.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

Modülün Adı	Ölçü Transformatörleri	Modül Eğitimi Alanın: Adı ve Soyadı		
AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki kontrol listesini bir arkadaşımızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz. Aşağıda listelenen davranışların her birinin arkadaşınız tarafından yapıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?			
3	Akım transformatörünü yerine monte ettiniz mi?			
4	Akım transformatörünün sekonder ucunu ve gövdesini toprağa bağladınız mı?			
5	Akım transformatörünün sekonder ucunu emniyet için kısa devre ettiniz mi?			
6	Akım transformatörünün bağlantısını yaparken montaj ve bağlantılardaki işlem basamaklarına uydunuz mu?			
7	Akım transformatörü etiketindeki değerlerin anlamlarını söyleyebildiniz mi ?			
8	Seçtiğiniz akım transformatörünü, yönetmenliklere göre kontrol ettiniz mi?			
9	Akım transformatörlerinin yıldız ve üçgen bağlantılarını yapabildiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırmamız. Doğru ve yanlış cevap sayılarını belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz sorular ve tereddütlü cevaplarınız için ilgili öğrenme faaliyetini tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz; bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında gerilim transformatörlerini hatasız olarak seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken araştırmalar şunlardır:

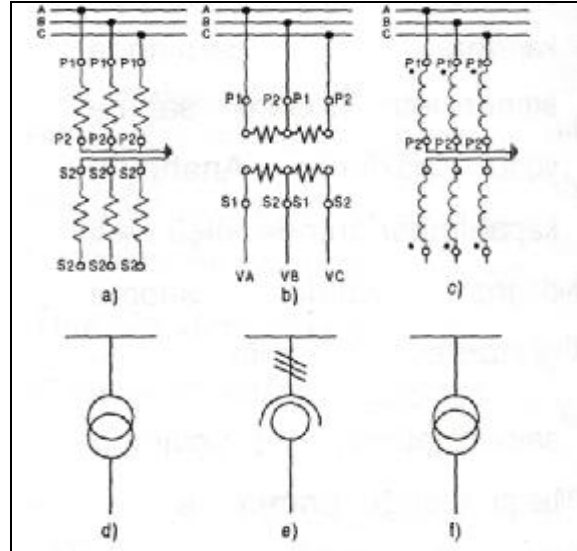
- Ø Çok yüksek gerilimler nasıl ölçülür araştırınız.
- Ø Yaşadığınız yerde bulunan, transformatör istasyonlarından birine giderek gerilim transformatörlerinin etiket değerlerini inceleyiniz.

3. GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖRLERİ

3.1. Gerilim Transformatörleri

3.1.1. Tanımı

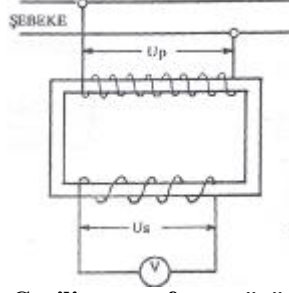
Bağlı oldukları devredeki primer gerilimi istenen oranda küçülterek, bu gerilimle sekonder terminallerine bağlı aletleri besleyen ve onları yüksek gerilimden izole eden özel trafolar, gerilim transformatörleri denir.



Şekil 3.1: Gerilim transformatörlerinin şematik gösterimi

3.1.2. 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 yapılarıdır. İleride bu konu açıklanacaktır.



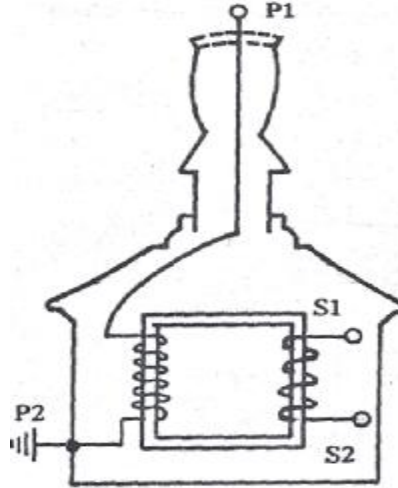
Şekil 3.2: Gerilim transformatörünün yapısı

3.1.3. Gerilim Transformatörü Prensip Şekli

Bir gerilim transformatörü aşağıdaki kısımlardan meydana gelir:

- Ø Primer sargı
- Ø Sekonder sargı
- Ø Manyetik nüve
- Ø İzolatör ve yağ kabı

İzolatör ve yağ kapları, yüksek gerilimde kullanılan gerilim transformatörlerinde bulunur. Ayrıca faz-faz arası gerilim transformatörlerinde çift izolatör bulunur. Şekil 3.3'te faz-toprak tipi gerilim transformatörünün kısımları görülmektedir.



Şekil 3.3: Gerilim transformatörünün kısımları

3.1.4. Kullanım Amaçları

Gerilim transformatörlerinin kullanım amaçlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

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

3.1.5. Özellikleri

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

Primer sargı	Giriş ucu	Çıkış ucu	Sekonder sargı	Giriş ucu	Çıkış ucu
Alman normu	K	L		k	l
Amerikan normu	H1	H2		X1	X2
TSE	P1	P2		S1	S2

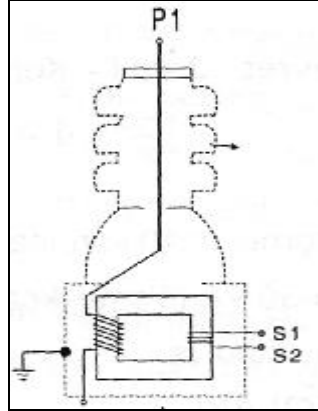
- Ø Gerilim transformatörlerinin bazı ölçü aletleri ile bağlantısında polaritesi önemlidir.
- Ø Aynı gerilim transformatörü ile birkaç ölçü aleti kullanılabilir.
- Ø Gerilim transformatörlerinin, ölçme hassasiyetlerine göre sınıfları: 0,1-0,2-0,5-1 ve 3 olmak üzere sınıflandırılır.
- Ø Koruma devrelerinde 3 sınıfı, sayaçlarda 0,2-0,5 sınıfı, ölçü aletlerinde 1 sınıfı gerilim transformatörleri kullanılır.
- Ø Gerilim transformatörlerinin sekonder uçlarından birine sekonderde meydana gelecek bir kısa devre önlemek için sigorta konmalıdır.
- Ø Gerilim transformatörleri nominal akımlarının %20 fazlasına kadar yüklenebilir.

3.1.6. Kullanıldıkları Yere Göre Çeşitleri

Kullanıldıkları yere göre akım transformatörleri ikiye ayrılır:

3.1.6.1. Faz-Toprak Gerilim Transformatörü

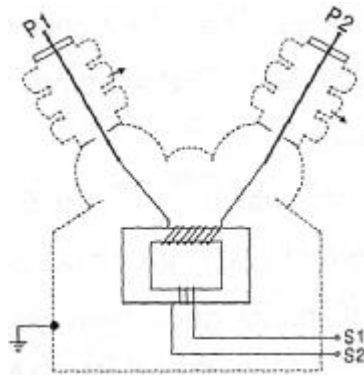
Bu tip gerilim transformatörleri tek izolatörlü (buşing) gerilim trafolarıdır. Primer sargının çıkış ucu (polarite olmayan ucu) doğrudan toprağa bağlanır. Primer sargının giriş ucu (polarite uç) şebekenin faz iletkenine bağlanır.



Şekil 3.4: Faz-toprak gerilim transformatörü

3.1.6.2. Faz-Faz Gerilim Transformatörü

Faz-faz arası gerilim transformatörleri ise, şebekede iki faz arasına bağlanan gerilim trafolarıdır. İki faz arasına bağlanacağından dolayı bu tip gerilim transformatörlerinde iki tane izolatör bulunur. Primer sargı uçları iki izolatör ile dışarıya çıkartılmıştır. Bu tip gerilim transformatörleri genellikle dengeli yük çeken orta gerilim şebekelerinde, üç adet faz-toprak arası gerilim transformatörü kullanmak yerine iki adet faz-faz arası gerilim transformatörü kullanarak gerilim belli bir oranda düşürülür. Bu transformatörler şekil olarak V harfine benzediklerinden dolayı V tipi gerilim transformatörü de denir.



Şekil 3.5: Faz-faz gerilim transformatörü Resim 3.1: Faz-faz arası gerilim transformatörü

3.1.7. Gerilim Transformatörü Etiket Değerleri

Gerilim transformatörünün etiketi üzerinde aşağıdaki değerler yer alır:

- Ø Çalışma sınıfı, gerilim transformatörlerinin hassasiyetlerini belirler, ölçme için 0,1-0,2-0,5-1-3-5, koruma için 5P-10P grupları kullanılır.
- Ø Gerilim dönüştürme oranı, primer geriliminin, sekonder gerilimine oranına denir. Transformör etiketlerinde 1500/100V, 1000/120V gibi belirtilir.

- Ø Sargı oranı, “ns” primer ve sekonder sargıların birbirine oranına denir. İdeal bir transformatöründe sargı oranı ile dönüştürme oranı birbirine eşittir.
- Ø Anma yalıtma seviyesi (deney gerilimi) kV, Gerilim transformatörünün elektriki zorlanmalara karşı hasara uğramadan dayanabileceği gerilim.
- Ø Çalışma frekansı “Hz”
- Ø Primer anma gerilimi (nominal primer gerilimi) ”Up”, transformatörün çalışma gerilimidir. Genellikle 0,3-6,3-10,5-15-30-34,5-60-66-154-380kV değerleridir.
- Ø Sekonder anma gerilimi, (nominal sekonder gerilimi) ”Us”, Primer tarafına nominal gerilim uygulandığında, sekonderden alınacak gerilimdir. Faz-faz arası gerilim transformatörlerinde 100-110-115-120 volt, faz-toprak gerilim transformatörlerinde ise bu değerlerin $\sqrt{3}$ 'e bölümüdür. (100/ $\sqrt{3}$ gibi)
- Ø Gücü VA, (3,5 VA gibi)
- Ø Kullanım yeri (dahili, harici), firma adı

3.1.8. Gerilim Transformatörü Siparişinde Dikkat Edilecek Özellikler

Bir gerilim transformatörü siparişi verilirken gerekli olan bilgiler:

- Ø Nominal gerilimi
- Ø Dönüştürme oranı
- Ø Gücü
- Ø Tipi
- Ø Aşırı gerilim kat sayısı
- Ø Adedi

3.1.9. Kombine (Akım ve Gerilim Transformatörü Birlikte) Ölçü Transformatörünün Tanımı, Yapısı

Aynı yere monte edilmiş akım ve gerilim transformatörlerine kombine ölçü transformatörleri denir. Ancak bunların yalıtma sorunları oldukça zordur.

Son zamanlarda SF6 gazı ile yalıtılmış şalt kazanları içerisinde, daha küçük yer işgal ettiği ve yalıtım sorunu SF6 gazı ile sağlandığı için kullanılmaktadır.



Resim 3.2: Kombine Ölçü transformatörü

“İlgili yönetmenlik maddeleri Öğrenme Faaliyeti 4’ün sonunda verilmiştir.”

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">Ø Kullanacağınız yere göre gerilim transformatörlerini seçiniz.Ø Seçtiğiniz gerilim transformatörünün etiketi üzerindeki değerlerin ne anlama geldiğini yazınız.Ø Gerilim transformatörlerini aranızda değiştirerek değişik etiketli gerilim transformatörlerini okumaya çalışınız.	<ul style="list-style-type: none">Ø Uygulamaya başlamadan önce gerekli iş güvenliği tedbirlerini alınız.Ø Gerilim transformatörlerini seçerken etiket değerlerine dikkat ediniz.Ø Gerilim transformatörlerinin seçiminde tanıtım CD'leri ve katalogları inceleyiniz.Ø İnternet üzerinden araştırmalar yapınız.Ø İlgili yönetmeliklerdeki maddeleri göz önünde bulundurarak seçiminizi yapınız.Ø Kullanacağınız gerilim transformatörünün soğutma şekline dikkat ediniz.Ø Kullanıldığı gerilime göre uygun mudur karar veriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz.

1. Gerilim transformatörlerini bağlı oldukları devredeki gerilimi dönüştürme, oranında düşürür.
2. Gerilim transformatörleri koruma ve ölçme amaçlı olarak yapılırlar.
3. Gerilim transformatörleri sekonder sargı tarafında bulunan ölçü aletlerini yüksek gerilimden izole eder.
4. Büyük gerilimlerin ölçülmesinde gerilim transformatörleri ekonomiktir.
5. V tipi gerilim transformatörleri faz-toprak gerilim trafolarıdır.
6. Gerilim transformatörlerinin sekonder tarafları açık devre şeklinde çalışır.
7. Gerilim transformatörlerinin sekonder sargıları ince telli az sarımlıdır.
8. Gerilim transformatörlerinin primeri ince telli çok sarımlıdır.
9. Gerilim transformatörlerinin primer taraflarına sigorta konur.
10. Gerilim transformatörünün yükü arttıkça nüve kesiti de artar.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

Modülün Adı	Ölçü Transformatörleri	Modül Eğitimi Alanın: Adı ve Soyadı		
AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki kontrol listesini bir arkadaşınızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz. Aşağıda listelenen davranışların her birinin arkadaşınız tarafından yapıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?			
3	Gerilim transformatörünün kullandığı gerilimi kontrol ettiniz mi?			
4	Gerilim transformatörünün soğutma şeklini arkadaşınıza doğru olarak söyleyebildiniz mi?			
5	Yapılışlarına göre gerilim transformatörlerini birbirinden ayırabildiniz mi?			
6	Kullandığınız yere göre uygun gerilim transformatörünü seçtiniz mi?			
7	Gerilim transformatörü etiketindeki değerlerinin anlamlarını söyleyebildiniz mi ?			
8	Seçtiğiniz gerilim transformatörünü yönetmeliklere göre kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

DEĞERLENDİRME

Kontrol listesindeki cevaplarınızı, cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru ve yanlış cevap sayılarını belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz sorular ve tereddütlü cevaplarınız için ilgili öğrenme faaliyetini tekrar ediniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz; bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Bu faaliyetle verilen bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında gerilim ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar şunlardır:

- Ø Okulunuzda ana dağıtım panosu içerisindeki akım transformatörlerinin montaj ve bağlantı şekillerini öğretmeninizle inceleyiniz.
- Ø Yaşadığınız yerde bulunan, transformatör istasyonlarından birine giderek gerilim transformatörlerinin montaj ve bağlantılarını inceleyiniz.

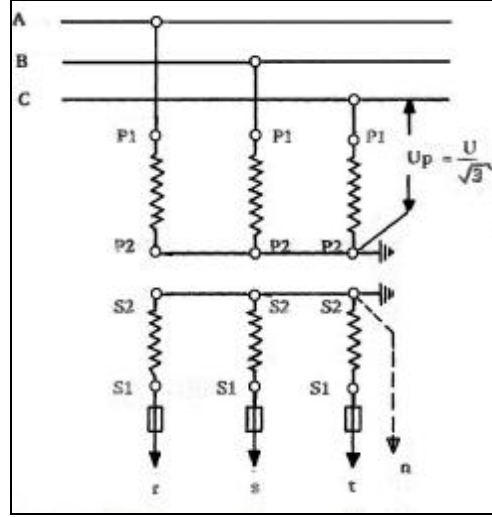
4. GERİLİM ÖLÇÜ TRANSFORMATÖR MONTAJ VE BAĞLANTILARI

4.1. Gerilim Transformatörleri Kullanım (Montaj) Yerleri ve Bağlantı Şekilleri

Gerilim transformatörleri, şebekeye faz-toprak arasına veya faz-faz arasına bağlanacak şekilde imal edilirler.

Faz-toprak arasına konan gerilim transformatörleri primer sargısının çıkış ucu (polarite olmayan uç) doğrudan toprağa bağlanır. Primer sargının diğer ucu şebekeye bağlanır. Primer devreye bağlanacak uç tek bir izolatörle çıkarılmıştır. Şekil 4.1'de bu bağlantı gösterilmiştir.

Gerilim transformatörünün primer sargısına faz-nötr (toprak) geriliminin gelmesi, gerilim transformatörünün izolasyonunu kolaylaştırır.

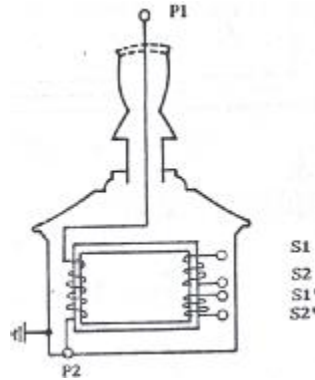


Şekil 4.1: Üç adet faz-toprak gerilim transformatörünün bağlantısı

Faz-toprak arası gerilim transformatörlerinde primer sargıya şebekenin faz-faz arası geriliminin $\sqrt{3}$ 'te biri gelir. Örneğin 154 Kv'luk şebekede kullanılan gerilim transformatörünün primer sargı uçlarına 89 Kv'luk gerilim gelir.

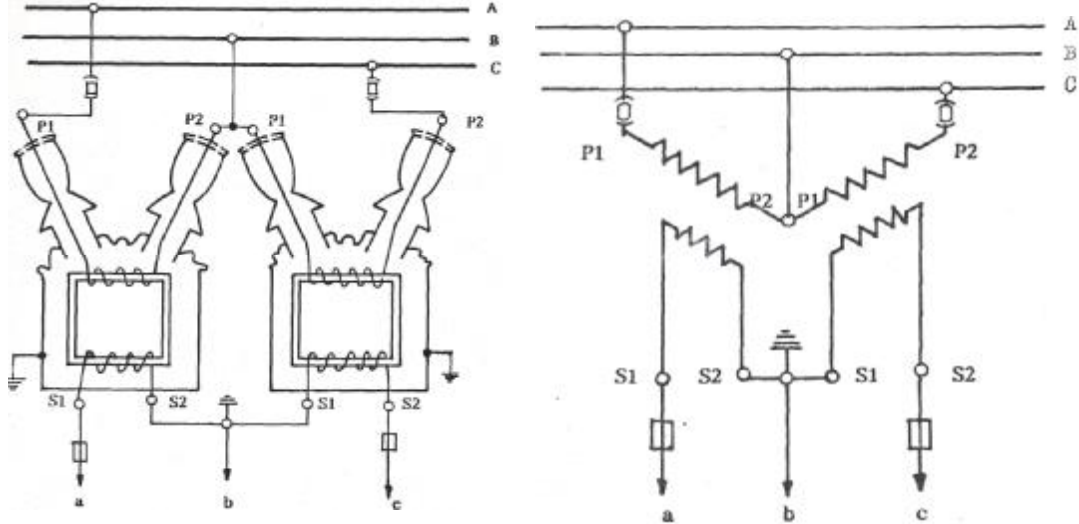
Faz-toprak arası gerilim transformatörleri tek ve çift sekonderli yapılabilir. Sekonder sargılardan bir tanesi ölçü aletlerini besler diğeri ise faz-toprak arası arızaya karşı korumayı gerçekleştirmek için kullanılır. Bu korumayı gerçekleştirmek için, üç adet faz-toprak, sekonderi çift çıkışlı gerilim transformatörü kullanılır.

Faz-faz arası gerilim transformatörleri şebekede iki faz arasına bağlanan transformatörlerdir. Faz-toprak arası gerilim transformatörlerinin farkı primer sargı uçları iki ayrı izolatör ile dışarıya çıkarılmıştır.



Şekil 4.2: Çift sekonderli gerilim transformatörü

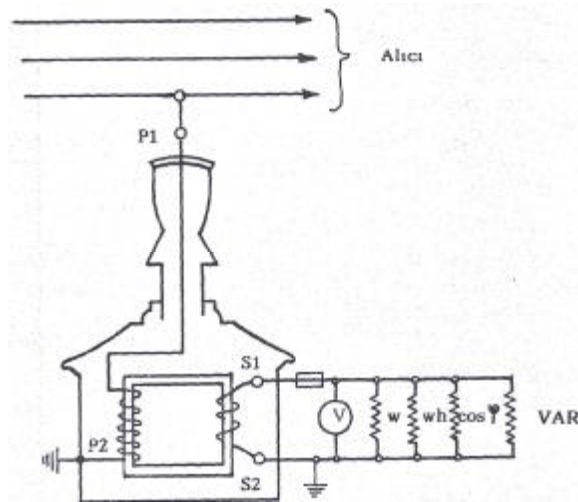
Bu tip gerilim transformatörleri dengeli yük çeken orta gerilim şebekelerinde, üç adet faz-toprak gerilim transformatörü kullanmak yerine iki adet faz-faz gerilim transformatörü kullanılır. İki gerilim transformatörünün bağlantısı V harfine benzediğinde bu bağlantı şekline V bağlantı şekli denir.



Şekil 4.3: Faz-faz arası gerilim transformatörlerinin V bağlantısı

4.2. Gerilim Transformatörünün Giriş ve Sekonder Tarafının Bir Ucuna Sigorta Takılmasının Önemi

Gerilim transformatörlerinin sekonderinde meydana gelebilecek bir kısa devreye karşı sekonder uçlarından birisine mutlaka sigorta konur. Gerilim transformatörünün primer anma gerilimi 35 KV. ve daha düşük değerlerde ise primere de sigorta konur. Bazı gerilim transformatörlerinin primerine 66 kV'a kadar olan gerilimlerde sigorta konulabilir.



Şekil 4.4: Gerilim transformatörünün Sekonder tarafına sigorta bağlantısı

4.3. Gerilim Transformatör ve Sekonder Ucunun Topraklamasının Önemi ve Bağlantı Şekli

Ayrıca gerilim transformatörlerinin sekonder bir ucu emniyet bakımından topraklanır. Faz-toprak arası gerilim transformatörlerinde primer polarite olmayan uç yine bilindiği gibi toprağa bağlanır. Bu topraklama genellikle transformatörün gövdesiyle birlikte yapılır.

Gerilim transformatörünün primerinden sekonderine bir kısa devre olduğundan, hem ölçü aletleri zarar görür, hem de çalışan personel için tehlike doğar. Bu durumları önlemek amacıyla sekonderde polarite olmayan uç topraklanır.

Gerilim transformatörlerinin sekonder uçları yük altında kısa devre edilmez, boş bırakılır. Aksi halde sekonderden geçen akım artar. Bu akım ise sargının ısınmasını sağlar, dolayısıyla belli bir süre sonra ısınmadan dolayı izolasyon bozulur, primer ve sekonder sargılar arasında kısa devre meydana gelir. Şekil 4'te bu bağlantı gösterilmiştir.

4.4. Gerilim Transformatörünün Montaj ve Bağlantıları

4.4.1. Gerilim Transformatör Montaj ve Bağlantı İşlem Sırası

- Ø Gerilim transformatörünü montaj alanına emniyetli bir şekilde getiriniz.
- Ø Bağlantı için gerekli el aletlerini temin ediniz.
- Ø Önce gerilim transformatörünün montaj yerlerinden bağlantısını yapınız.
- Ø Bağlantının sallanmayacak şekilde olmasına dikkat ediniz.
- Ø Primer bağlantılarını yapınız. Kabloların sarkmamasına dikkat ediniz.
- Ø Kabloları, kablo kanalı veya kablo bağı ile düzeltiniz.

4.4.2. Gerilim Transformatör Montaj ve Bağlantısında Dikkat Edilecek Hususlar

- Ø Dış görünüş olarak ölçü transformatörü sağlam olmalıdır. Kırık çatlak ölçü transformatörleri kullanılmamalıdır.
- Ø Gerilim transformatörlerinin sekonder uçlarını asla kısa devre etmeyiniz. Aksi halde gerilim transformatörü yanabilir.
- Ø Sekonder uçlardan birini ve gövdeyi emniyet bakımından topraklayınız.
- Ø Primer ve sekonder terminallerde gevşek bağlantı olmamasına dikkat ediniz.
- Ø Transformatörü işletmeye almadan önce kuru bir bezle siliniz.

4.5. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Kuvvetli akım tesisleri yönetmeliğinde ölçü transformatörleri ile ilgili maddeler.

Madde 19- Bütün kuvvetli akım aygıtları, ölçü transformatörleri, ölçü aletleri ve sigortalarla birlikte tüm devre kesme aygıtları üzerinde, bunların ilgili standartlarda belirtilen işaretleme bilgilerini açık olarak gösteren silinmez ve bozulmaz, kolayca görülebilen ve anlaşılabilen yazılar ya da işaretler bulunmalıdır.

Madde 40- b) 36 kV kademesine kadar transformatör merkezlerinde, gerilim transformatörleri baraya sigortalı ayırıcı üzerinden bağlanmalıdır.

Ölçü transformatörlerinin sınıfları, enerji ölçüm için akım transformatörlerinde 0,5, gerilim transformatörlerinde 1, koruma için her ikisinde en az 3 sınıfı olacaktır. Enerji ölçümü dışındaki ölçü aletleri için ölçü transformatörleri 1 sınıfı olmalıdır. Bu konuda ilgili elektrik şirketlerinin kurallarına da uyulmalıdır.

24 kV'un üstündeki gerilimlerde, 36 kV'luk sistemlerde gerilim ölçü transformatörlerinde bağlantı faz-toprak arası olacaktır.

Ayrıntılı bilgi için Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği'ni inceleyiniz.

4.6. Topraklama Yönetmeliği

Elektrik tesislerinde aktif olmayan bölümler ile sıfır iletkenleri ve bunlara bağlı bölümlerin, bir elektrot yardımı ile toprakla iletken bir şekilde birleştirilmesine TOPRAKLAMA denilmektedir.

Elektrik sistemlerinin devamlılığını sağlamak ve insan hayatını güvenceye almak için elektrik sistemlerinde, gerilim altındaki kısımlar yalıtılırlar.

Toprağa karşı yalıtımda, çeşitli sebeplerle, her zaman bozulma ve delinme şeklinde hata meydana gelmesi kaçınılmazdır.

Topraklama, meydana gelebilecek bu çeşit bir hata durumunda, insan hayatını güvenceye almak maksadıyla uygulanacak işlemlerden biridir. Diğer taraftan şebekelerin düzgün çalışmasını sağlamak maksadı ile topraklama işlemine gerek duyulur.

Topraklamada başlıca iki gaye güdülür.

A- Topraklanacak cihaz veya bölüm ile referans toprak (topraklanan nesnenin elektrotundan oldukça uzak, en az 20 m.,bir toprak yüzeyi) arasındaki direncin (toprak elektrotu geçiş direnci, yayılma direnci) olabildiğince küçük olmasını sağlamak. Bu suretle doğacak hata akımlarını mümkün olduğu kadar büyültmek.

B- Cihazların, bina aksamının ve benzeri elemanların aralarında, işletme esnasında potansiyel fark meydana gelmemesini temin etmek.

Topraklamanın amaca göre sınıflandırılması

Topraklama başlıca üç maksatla yapılmaktadır:

1. Koruma topraklaması: İnsanları tehlikeli dokunma gerilimlerine karşı korumak için işletme araçlarının aktif olmayan kısımlarının topraklanması.

2. İşletme topraklaması: İşletme akım devresinin, tesisin normal işletilmesi için topraklanması

3. Fonksiyon topraklaması: Bir iletişim tesisinin veya bir işletme elemanının istenen fonksiyonu yerine getirmesi için yapılan topraklama. Yıldırım etkilerine karşı koruma, raylı sistem topraklaması, zayıf akım cihazlarının topraklanması.

Ayrıntılı bilgi için Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği'ne bakınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>Ø Gerilim transformatörünü kullanıldığı yer, proje ve şemalarından temin ediniz.</p> <p>Ø Temin ettiğiniz proje ve şemalardaki gerilim transformatörlerinin özelliklerini okuyarak not alınız.</p> <p>Ø Gerilim transformatörlerini montaj yerine güvenli bir şekilde getiriniz.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünü yerine monte ediniz.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünün giriş ve çıkış uçlarını, topraklamayı kontrol etmek için avometreyi alınız.</p> <p>Ø Gerilim transformatörü giriş ve çıkış bağlantılarını yapınız.</p> <p>Ø Gerilim transformatör sekonder ucu ve gövdesinin topraklamasını yapınız.</p> <p>Ø Üç adet gerilim transformatörünü yıldız ve üçgen bağlayınız.</p> <p>Ø İki adet faz-faz gerilim transformatörünün V bağlantısını yapınız.</p>	<p>Ø Proje ve şemaları elektrik mühendisleri odasından veya çevrenizdeki elektrik dağıtım şirketlerinden temin ediniz.</p> <p>Ø Proje ve şemalardaki gerilim transformatörlerinin tipini, devreye nasıl bağlandığını kontrol ediniz.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünü taşımadan önce gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.</p> <p>Ø Eğer gerilim transformatörü ağır ise öğretmeninizden yardım isteyiniz.</p> <p>Ø Montaj işlemini kesinlikle enerji altında yapmayınız.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünün montaj yerlerini bulunuz.</p> <p>Ø Uygun el araçlarını kullanarak monte ediniz.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünün giriş ve çıkış uçlarını ölçü aleti ile kontrol ediniz.</p> <p>Ø Eğer gerilim transformatörünün polaritesi önemli ise buna dikkat ediniz.</p> <p>Ø Gerilim transformatörünün sekonder ucu ile gövdenin topraklamasının yapıp yapılmadığını ölçü aleti ile kontrol ediniz.</p> <p>Ø Devreye enerji verirken mutlaka öğretmeninizin gözetiminde olunuz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

ÖLÇME SORULARI

Aşağıdaki cümleleri doğru veya yanlış olarak değerlendiriniz..

1. Gerilim transformatörlerinin devreye seri olarak bağlanır.
2. Gerilim transformatörleri kısa devre durumunda çalışan transformatörlerdir.
3. Gerilim transformatörlerinin gövde ve sekonder ucu topraklanır.
4. Gerilim transformatörlerinin sekonder tarafları açık devre şeklinde çalışır.
5. Gerilim transformatörleri akımlarına göre sınıflara ayrılır.
6. Gerilim transformatörlerinin sekonder çıkışına ampermetre, bağlayabiliriz.
7. Gerilim transformatörlerinin sekonder uçları açık bırakılırsa transformatör zarar görür.
8. Faz-toprak arası gerilim transformatörlerinde çift izolatör bulunur.
9. Gerilim transformatörünün sekonder tarafına sigorta konur.
10. Gerilim transformatörlerinin bağlantılarında polarite önemlidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt yaşadığınız sorularla ilgili konuları faaliyete dönerek tekrar inceleyiniz.

Tüm sorulara doğru cevap verdiyseniz diğer faaliyete geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

KONTROL LİSTESİ

Modülün Adı	Ölçü Transformatörleri	Modül Eğitimini Alanın: Adı ve Soyadı		
<p>AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki kontrol listesini bir arkadaşınızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz.</p> <p>Aşağıda listelenen davranışların her birinin arkadaşınız tarafından yapıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa evet kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa hayır kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.</p>				
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			Evete	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?			
3	Gerilim transformatörünün yerine monte ettiniz mi?			
4	Gerilim transformatörünü sekonder ucunu ve gövdesini toprağa bağladınız mı?			
5	Gerilim transformatörünün sekonder ucuna emniyet için sigorta bağladınız mı?			
6	Gerilim transformatörünün bağlantısını yaparken montaj ve bağlantılardaki işlem basamaklarına uydunuz mu?			
7	Gerilim transformatörü etiketindeki değerlerin anlamlarını söyleyebildiniz mi ?			
8	Seçtiğiniz gerilim transformatörünü, yönetmenliklere göre kontrol ettiniz mi?			
DÜŞÜNCELER				

MODÜL DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki sorularda boş bırakılan yerleri tamamlayınız

1. Akım ve gerilim transformatörlerinetransformatörleri denir.
2. Akım ve gerilim transformatörlerina göre sınıflandırılır.
3. Akım ve gerilim transformatörlerinin primer ve sekonderleri arasındabir bağlantı **yoktur**.
4. Akım ve gerilim transformatörlerinin yüksek gerilimde kullanılan çeşitlerisoğutmalı transformatörlerdir.
5. Akım ve gerilim transformatörlerinin gövde ve sekonder uçları mutlakadır.
6. Akım transformatörünün sekonder uçlarıbırakılacak olursa transformatör yanar.
7. Gerilim transformatörünün sekonder uçlarıbırakılacak olursa transformatör yanar.
8. Gerilim transformatörünün sekonder ucuna mutlakabağlanır.
9. Akım ve gerilim transformatörünün bir arada, tek kılıf altında bulunduğu ölçü transformatörünetransformatörü denir.
10. Eğer akım transformatörü ve ölçü aletleri birbirine uzaksa akım transformatörünün sekonder akım değeriseçilir.

Cevaplarınızı öğretmeniniz ile kontrol ediniz.

UYGULAMA

Aşağıdaki uygulamayı öğretmeniniz gözetiminde yapınız.

- Ø Atölye veya laboratuvarınızda 380 V'ta çalışan, çektiği akım değeri 6 A'i geçen bir alıcının (motor, ısıtıcı, lamba grupları, vb.), akım ve gerilim değerlerini, ölçü transformatörleri kullanarak belirleyiniz.

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 ilgili kişiler ile iletişim kurunuz.

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığımız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	Evet	Hayır
Akım ölçü transformatörlerini seçmek		
A) Akım transformatörünün tanımını ve yapısını öğrendiniz mi ?		
B) Akım transformatörünün kullanım amaçlarını söyleyebildiniz mi?		
C) Akım transformatörlerinin kullanıldığı gerilime, soğutma şekline, yapılarına göre çeşitlerini öğrendiniz mi?		
D) Akım transformatörünün etiketinde yer alan değerleri öğrendiniz mi?		
E) Okulunuzun panosu için örnek bir akım transformatörü siparişi verdiniz mi?		
Akım ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını yapmak		
A) Akım transformatörünü yerine doğru olarak monte edip, bağlantılarını yaptınız mı?		
B) Akım transformatörünün gövde ve sekonder uçlarını toprakladınız mı?		
C) Akım transformatörünün montaj ve bağlantısında işlem basamaklarına uydunuz mu?		
D) Montaj ve bağlantılarınız yönetmeliklere uygun mu?		
Gerilim transformatörlerini seçmek		
A) Akım transformatörünün tanımını ve yapısını öğrendiniz mi ?		
B) Gerilim transformatörünün kullanım amaçlarını söyleyebildiniz mi?		
C) Faz-toprak gerilim transformatörü ile Faz-faz gerilim transformatörü arasındaki farkları öğrendiniz mi?		
D) Kombine ölçü transformatörünü incelediniz mi?		
E) Okulunuzun panosu için örnek bir gerilim transformatörü siparişi verdiniz mi?		
F) Devreye gerilim transformatörünü doğru bir şekilde bağlayabildiniz mi?		
Gerilim ölçü transformatör montaj ve bağlantılarını yapmak		
A) Gerilim transformatörünü yerine doğru olarak monte edip, bağlantılarını yaptınız mı?		
B) Gerilim transformatörünün gövde ve sekonder uçlarını toprakladınız mı?		
C) Gerilim transformatörünün montaj ve bağlantısında işlem basamaklarına uydunuz mu?		
D) Gerilim transformatörünün sekonder tarafına sigortayı doğru bağladınız mı?		
E) Montaj ve bağlantılarınız yönetmeliklere uygun mu?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığımız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Modülü tamamladınız, tebrik ederiz. Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	D
3	D
4	Y
5	D
6	Y
7	Y
8	D
9	D
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	Y
5	Y
6	Y
7	D
8	D
9	D
10	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	D
4	D
5	Y
6	D
7	Y
8	Y
9	D
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	Y
3	D
4	D
5	Y
6	Y
7	Y
8	Y
9	D
10	D

Cevaplarımızı cevap anahtarları ile karşılaştırarak kendinizi değerlendiriniz.

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Ø İnternette bulunan çeşitli elektrik firmalarının ürünleri arasında ölçü transformatörlerini inceleyiniz.
- Ø Elektrik dağıtım şirketlerinin hazırlamış oldukları dokümanları araştırınız.
- Ø Ölçü transformatörleri ile ilgili katalogları temin ederek inceleyiniz.

KAYNAKÇA

- Ø ALACALI Mahmut, **Elektrik Ölçme Tekniđi ve Laboratuvarı**, Özkan Matbaacılık, Ankara, 2000.
- Ø ERTEM Selahattin, **Ölçü Transformatörleri**, TEK Eğitim Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1985.
- Ø KILIÇ Eyüp, **Endüstriyel Elektrik**, Color Ofset Tesisleri, Kahramanmaraş, 2001.
- Ø PEŞİNT Adnan, Abdullah Ürkmez, **Elektrik Makineleri 2**, MEB Yayınları, Ankara, 1991.
- Ø PEŞİNT Adnan, Özdemir Badur, Necmettin Tirben, **Elektrik Bölümü İş ve İşlem Yaprakları Sınıf 3**, MEB Yayınları, Ankara, 1988.
- Ø **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, 30 Kasım 2000 Tarih ve 24246 Sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan Yönetmelik.
- Ø **Elektrik Tesislerinde Topraklama Yönetmeliği**, 21 Ağustos 2001 Tarih ve 24500 Sayılı Resmi Gazetede Yayınlanan Yönetmelik.