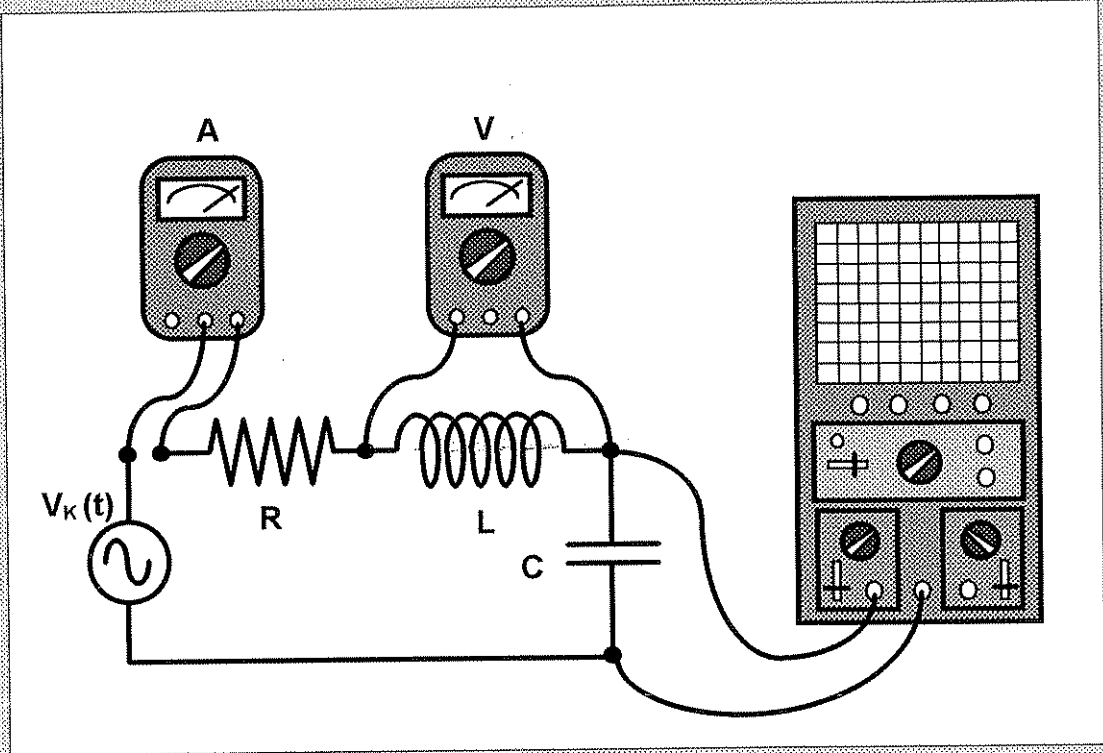




ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK - ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



TEMEL ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI DENEYLERİ

Yrd.Doç.Dr. Abdullah SEZGİN
Yrd.Doç.Dr. Hatice SEZGİN

ÖNSÖZ

Bu kitapçıkta, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü eğitim - öğretim programının 3. ve 4. yarıyılarında yer alan **Temel Elektrik Mühendisliği Laboratuvarı - I** ve **- II** derslerinde yaptırılan deneyler bir araya getirilmiştir.

Deneyler, 1. ve 2. yarıyıldaki **Elektrik Mühendisliği Temelleri - I**, **II** ve **Bilgisayar Temelleri** dersleri kapsamında kuramsal olarak tanıtılan, temel magnetik ve elektriksel büyüklüklerin, devre elemanlarının, basit DC ve AC devrelerin, temel mantık devrelerinin deneysel olarak incelenmesini sağlayacak biçimde hazırlanmıştır. Mühendislik eğitimi sırasında öğrencilerin laboratuvar çalışmasına ilk kez katılacak olmaları göz önünde tutularak, laboratuvarında kullanacakları deney düzeneklerinin ve ölçü aletlerinin tanıtılması da bu laboratuvarın bir başka katkısı olarak öngörülmüştür.

1994-95 ve 1995-96 Öğretim Yıllarında iki kez uygulanan deneyler 1996-97 Öğretim Yılı öncesi bir araya getirilerek bu kitapçık ortaya çıkarılmıştır. Gerek deneylerin ilk kez hazırlanışında ve gerekse deneylerin yürütülmesi sırasındaki katkıları nedeniyle, Bölümümüz Öğretim Elemanlarından

Araş.Gör. Erhan ERGÜN 'e,
Araş.Gör. Serdar ÖZDAMAR 'a,
Araş.Gör. Hülya GÖKALP 'e ,
Araş.Gör. Serap AYDIN 'a ve
Araş.Gör. Gülay GÖLGE 'ye

en içten teşekkürlerimizi sunarız.

Yrd.Doç.Dr. Abdullah SEZGİN
Yrd.Doç.Dr. Hatice SEZGİN

Ekim 1996

İÇİNDEKİLER

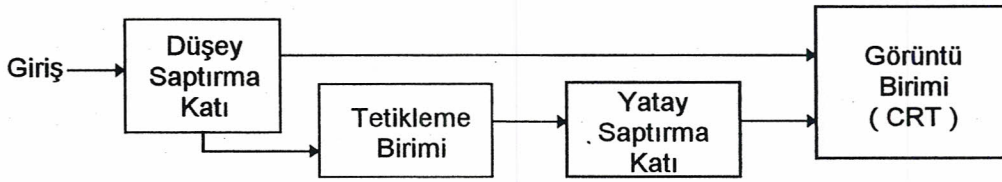
Deney Adı	Sayfa No
Osiloskop Kullanarak Genlik ve Sıklık Ölçümü	1
Devre Elemanlarının Akım - Gerilim Özeğrileri	8
Devre Çözümlemesinde Toplamsallık Kuralı	12
Thevenin ve Norton Yasaları	15
Doğru Akım Devrelerde Güç ve Maksimum Güç Aktarımı	18
Doğru Akım Köprüleri	21
Doğru Akım Devrelerinde Geçici Olayların İncelenmesi	25
İndüktans ve İndüktif Reaktans	30
Sığaç (Kondansatör) ve Sığaç Reaktansı	33
Sinüoidal Akım Devreleri ve Fazörler	36
Seri ve Paralel Rezonans Devreleri	39
Mıknatıslık (Magnetizma)	44
Generatörler	47
Doğru Akım Motoru	50
Transformatörler	53
Histeresiz (B - H) Eğrisi ve Kalıcı Mıknatıslık	56
Temel Mantık Kapıları	59
De Morgan Yasaları ve Uygulamaları	61
Sayıcılar	63
Kaydırmalı Kaydediciler	67

Deney Adı : OSİLOSKOP KULLANARAK GENLİK VE SIKLIK ÖLÇÜMÜ

Amaç : Bu deneyde amaç, Elektrik - Elektronik Mühendisliği 'nde en çok kullanılan ölçü aygıtlarından birisi olan Osiloskop 'un tanıtılması, osiloskop kullanarak çeşitli dalga biçimlerinin genlik, sıklık (frekans), dönem (period) gibi özelliklerinin ölçülmesidir.

1. AÇIKILAYICI BİLGİLER :

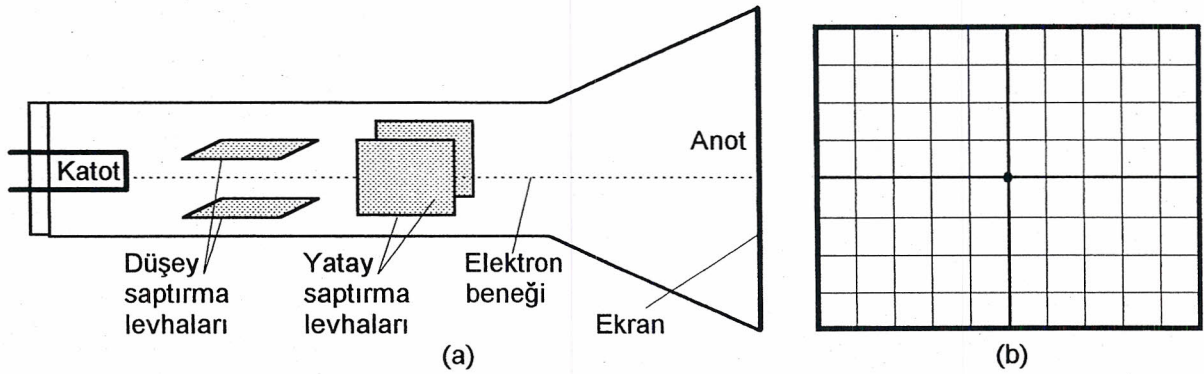
1.1. OSİLOSKOP YAPISI : Osiloskop, girişine uygulanan gerilimin zamanla değişimini ekranında gösterebilen bir ölçü aygıtıdır. Yapısal ve işlevsel açıdan osiloskop 4 ana kattan oluşur. Bunlar ; **Görüntü birimi, Yatay saptırma katı, Düşey saptırma katı** ve **Tetikleme katı** 'dır.



Şekil -1 :Osiloskop yapısında yer alan katlar ve ilişkileri

1.1.1. Görüntü Birimi : Yapısında bir **Katot Işınlı Tüp** (Cathode Ray Tube : CRT) yer alır. Katot ışınlı tüpün ilkesel biçimi Şekil- 2 (a) 'da, ekranının ön görünüşü ise Şekil- 2 (b) 'de verilmiştir.

Katot ışınlı tüpün katodu bir flaman yardımıyla ısıtılarak, atomik yapısında yer alan serbest elektronların kolayca kopması sağlanır. Bu serbest elektronlar anoda uygulanan yüksek (+) potansiyelli gerilim yardımıyla anota (dolayısıyla ekrana) doğru büyük bir hızla çekilirler. Yukarıdaki ilkesel yapıda gösterilmemiş olan ve yine katoda göre (+) potansiyelle sahip olan hızlandırma ve odaklama ızgaraları yardımıyla elektronlar anotta yer alan ekran yüzeyinin tam orta noktasına gönderilir. Ekranın iç yüzeyine kaplanmış olan fluoresans madde, üzerine elektronlar çarptığında ışımaya yapar ve ekranı izleyen kişi tarafından parlak bir nokta olarak görülür.



Şekil - 2 : Katot ışınlı tüpün ilkesel yapısı ve ekranının ön görünüşü

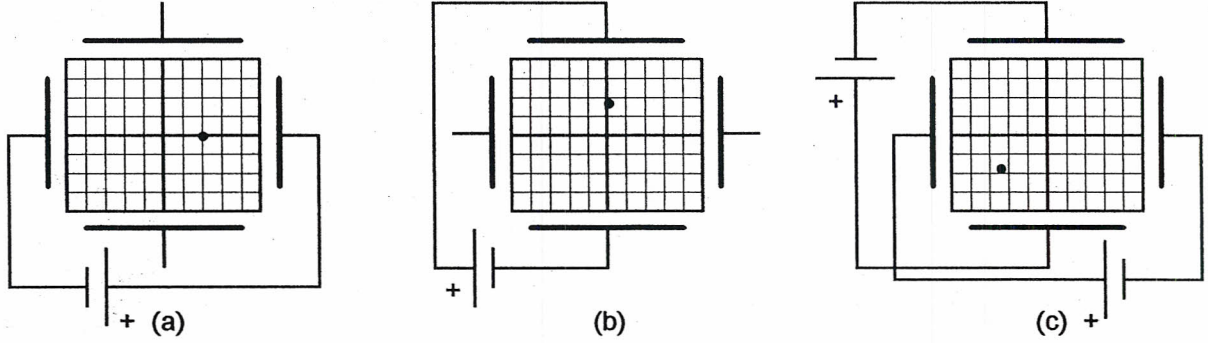
1.1.2. Yatay Saptırma : Düşey ve yatay saptırma levhalarının işlevleri, her bir çiftin kendilerine uygulanan farklı elektriksel potansiyeller sonucu aralarında oluşacak olan elektrik alanı yardımıyla, tam ortalarından geçen elektronları uygun yönde ve uygun oranda saptırarak ekranda belirli bir noktaya yönlendirmektir. Her iki levha çiftine de herhangi bir gerilim uygulanmadığında, elektron beneği ekranın tam ortasında görülecektir. Şekil - 3 'te, düşey ve yatay saptırma levha çiftlerinin birine ya da her ikisine ve farklı yönlerde zamanla değişmeyen gerilimler uygulandığında, ekranda görülecek olan görüntüler verilmiştir.

Osiloskop Kullanarak Genlik ve Sıklık Ölçümü

Düşey saptırma levhalarına herhangi bir gerilim uygulanmadığını, sadece yatay saptırma levhalarına gerilim uygulandığını düşünelim. Örneğin, ekrana önden bakıldığında sağda yer alan levhaya, soldakine göre daha (+) olacak biçimde sabit (zamanla değişmeyen) bir gerilim uygulandığında, oluşacak elektrik alanı, elektron beneğini ekranın tam ortasına değil, biraz daha sağa doğru yönlendirir (Şekil - 3 (a)). Belirtilen yönde, yatay saptırma levhaları arasına uygulanan gerilimin şiddeti arttırıldığında sapma oranı da aynı yönde ve biraz daha fazla olacaktır.

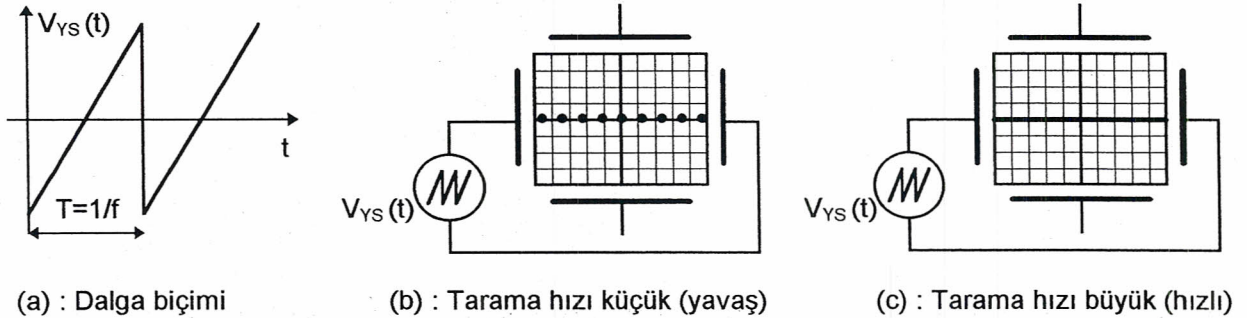
Yatay saptırma levhalarına gerilim uygulanmayıp, sadece düşey saptırma levhalarına gerilim uygulanırsa, uygulanan gerilimin yönüne ve şiddetine bağlı olarak elektron beneği düşey doğrultuda yer değiştirir (Şekil - 3 (b)).

Eğer her iki levha çiftine de gerilim uygulanırsa, yine yön ve şiddetlere bağlı olarak, elektron beneği ekran düzleminde farklı bir yer alır (Şekil - 3 (c)).



Şekil - 3 : Düşey ve yatay saptırma levhalarına uygulanan gerilimlerin elektron beneğini saptırması

Eğer düşey saptırma levhalarına herhangi bir gerilim uygulanmamışken, yatay saptırma levhalarına zamanla değişimi Şekil - 4 (a) 'da verilen testere dişi (rampa) biçimli bir gerilim uygulanırsa, levhalar arasındaki gerilim her an farklı olacağından, katottan fırlayarak ekrana doğru ilerleyen ve birbirini izleyen elektronları etkileyen elektrik alanı da zaman içinde farklı olacaktır. Bu durum, farklı anlarda ekrana ulaşan elektronların farklı noktalara çarpmalarına neden olur. Eğer uygulanan gerilimin zamanla değişim hızı (sıklığı) çok küçük ise, bu durum ekranda yatay yönde ilerleyen bir nokta olarak gözlenir (Şekil - 4 (b)). Ancak işaretin sıklığı (frekansı) gözün izleyebileceğinden daha hızlı ise, ekrana ulaşan elektronlar ekranda yatay bir çizgi olarak görülür (Şekil - 4 (c)). Yatay saptırmaya uygulanan testere dişi gerilimin sıklığı, **Tarama Frekansı** ya da **Tarama Hızı** olarak da anılır. Tarama frekansı değiştirilerek ekrandaki görüntünün daha geniş ya da daha dar bir yatay uzunluk kaplaması sağlanabilir.



(a) : Dalga biçimi

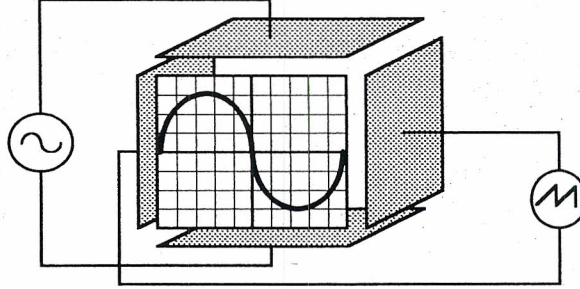
(b) : Tarama hızı küçük (yavaş)

(c) : Tarama hızı büyük (hızlı)

Şekil - 4 : Yatay saptırmaya uygulanan testere dişi gerilimin sıklığının ekrandaki görüntüye etkisi

1.1.3. Düşey Saptırma : Düşey saptırma katı, ölçülmek ya da incelenmek istenen işaretin osiloskoba uygulandığı giriş katıdır. Her osiloskopta en az bir adet düşey saptırma katı yer alır. Uygulamada en yaygın olarak iki girişli aygıtlar kullanılmakla birlikte, özel amaçlı çok girişli osiloskoplar da vardır. Yatay saptırma katındakine benzer biçimde, sadece düşey saptırma levhalarına uygulanacak gerilimler ekrana ulaşan elektron beneğinin düşey yöne sapmasını sağlar.

Osiloskobun girişine (düşey saptırma katına) sinüs biçimli, yatay saptırma katına da sinüs ile aynı frekansa bir testere dişi gerilimin uygulandığını var sayalım. Elektron beneği yatay saptırmaya uygulanan işaretin hızına bağlı olarak ekranın sol yanından sağa doğru sabit bir hızla ilerlerken, aynı anda düşey saptırma levhalarına uygulanan gerilimin anlık değerlerine bağlı olarak yukarıya ya da aşağıya doğru sapma gösterir. Bu durumda ekranda girişe uygulanan gerilimin zamanla değişimi yatayda tüm ekranı kaplayacak biçimde görülür (Şelik - 5).



Şekil - 5 : Osiloskop ekranında oluşan görüntü

Giriş işaretinin sıklığı ile tarama hızı birbirine eşit değilse, ekranda giriş işaretinin sadece tam bir dönemi (periyodu) görülmez. Eğer ekranda giriş işaretinin birkaç döneminin görülmesi isteniyorsa, tarama hızı kademeli olarak azaltılır. Böylece, yatay tarama henüz bir kez tamamlanmadan, yani elektron beneği henüz ekranın sağ yanına ulaşmadan, ona göre daha hızlı olan giriş işareti bir periyottan daha fazla ilerler ve ekranda izlenebilir. Tersine, tarama hızı artırılarak, ekranda giriş işaretinin bir periyottan daha az bir bölümü de incelenebilir.

1.1.4. Tetikleme birimi : Osiloskop ekranında elde edilen görüntünün sürekli aynı kalabilmesi için, her tarama işaretinin başlangıç noktasında girişe uygulanan gerilimin belirli bir anlık değerinde olması gerekir. Aksi durumda her taramada giriş işareti farklı bir anlık değerden başlayacağından, ekranda durağan değil, kayan bir görüntü elde edilir. İşte tetikleme biriminin işlevi, giriş işaretinden örnekler alarak, her tarama başlangıcında yatay saptırma levhalarına uygulanan testere dişi biçimli işaretin en küçük değerinden başlatılmasını sağlamaktır.

1.2. OSİLOSKOP ÖN PANELİNDE YER ALAN BAZI DÜĞME VE ANAHTARLARIN İŞLEVLERİ :

1.2.1. Görüntü Katı : Görüntü katıyla ilgili denetim işlevleri aşağıdaki düğme ve anahtarlar yardımıyla gerçekleştirilir:

- Power** : Osiloskobun açma / kapama işlevini yerine getirir.
- Inten** : Ekrandaki görüntünün parlaklığını ayarlar.
- Focus** : Ekrandaki görüntünün netliğini ayarlar.
- Illum** : Ekranın dış yüzeyini aydınlatır.
- Trace Rotation** : Bir tornavida kullanılarak, yatay eksenin yere paralel olması ayarını gerçekleştirir.

1.2.2. Yatay Saptırma Katı : Yatay saptırma ile ilgili olarak aşağıda ad ve işlevleri sıralanan anahtar ve düğmeler kullanılır :

TIME / DIV : Bu çok konumlu seçici anahtar, yatay saptırma uygulanan tarama işaretinin sıklığını kademeli olarak değiştirir. Anahtarın gösterdiği değer, elektron beneğinin yatay ekseninde bir kare (Div) sapmasının zaman karşılığıdır. Örneğin ; Time / Div anahtarının 1 ms önünde olması, elektron beneğinin yatay ekseninde 1 Div (1cm) uzunluğundaki ilerlemesinin 1 ms sürdüğünü gösterir. Bazı özel uygulamalarda, yatay tarama için osiloskop içinde üretilen testere dişi biçimli gerilim yerine dışarıdan bir başka işaret kullanılması gerekebilir. Bu durumda Time / Div çok konumlu seçici anahtar son konumu olan **Ext. Hor.** (External Horizontal : Dışarıdan Yatay) ya da **X - Y** konumuna getirilir. Bu durumda, yatay saptırmaya uygulanmak istenen işaret CH1(X) girişine, düşey saptırmaya uygulanmak istenen işaret ise CH2(Y) girişine uygulanır.

Osiloskop Kullanarak Genlik ve Sıklık Ölçümü

Variable : Bu potansiyometrenin işlevi, yatay saptırma katına uygulanan tarama işaretinin hızını (tarama sıklığını) sürekli ayarlayabilmektir. Bu potansiyometrenin de saat ibresi yönündeki son ayar noktası duyarlı bir anahtar konumundadır ve bu konum **Cal'd** (Calibrated : ölçeklenmiş) olarak adlandırılmıştır. Eğer ekrandan yatay sapma (dönem : period) ile ilgili ölçüm alınacaksa, VAR düğmesi mutlaka Cal'd konumunda olmalıdır. VAR düğmesi dışarıya doğru çekildiğinde, yatay tarama hızı 10 kat küçültülür. Bu durumda ekrandaki görüntünün düşey uzunluğu 10 kat büyütülmüş olur.

Position : Yatay saptırma levhalarına uygulanan gerilim üzerine (+) ya da (-) işaretli bir DC gerilim eklenerek, ekrandaki görüntünün tümüyle sağa ya da sola doğru kaydırılması sağlanır.

1.2.3. Düşey Saptırma Katı : Düşey saptırma (Giriş) katına ilişkin ayarlamalarda aşağıdaki düğme ve anahtarlar kullanılır. Çok kanallı (girişli) osiloskoplarda (CH1, CH2), her giriş için aşağıdaki düğme ve anahtarlar ayrı ayrı bulunmalıdır.

AC/Gnd/DC : Bu üç konumlu seçici anahtar, o girişe uygulanan işaretin ekrana gönderiliş biçimini belirler. **Gnd** konumunda, girişe uygulanan işaret düşey saptırma levhalarından ayrılır ve levhaların her ikisi de toprak potansiyeline getirilir. Böylelikle girişte bir işaret olmasına karşın, ekrana sıfır değerinde bir işaret gönderilerek inceleme öncesi görüntünün ekranda alması istenen konum ayarlanabilir. **DC** konumunda, girişe uygulanan işaret hiç bir işleme uğramadan (varsa AC ve DC bileşenleri ile birlikte) ekrana gönderilir. **AC** konumunda ise, giriş işaretinin ortalama değer (DC) bileşeni süzülerek ekrana sadece değişken (AC) bileşeni gönderilir.

VOLTS / DIV : Bu çok konumlu seçici anahtar, düşey saptırma katında yer alan kuvvetlendiricinin kazancını kademeli olarak değiştirir. Anahtarın gösterdiği değer, elektron beneğinin düşey ekseninde bir kare (Div) sapmasının gerilimsel karşılığıdır. Örneğin ; Volts / Div anahtarının 1 Volt önünde olması, ekranın düşey ekseninde 1 Div (1cm) uzunluğundaki sapmasının 1 Volt gerilime karşılık olduğunu gösterir. Bu seçici anahtarın merkezinde kademesiz (sürekli) ayarlanabilen ve üzerinde **VAR** yazan potansiyometre ise, giriş katındaki kuvvetlendiricinin kazancını sürekli ayarlayabilmek olanağını verir. Bu potansiyometrenin saat ibresi yönündeki son ayar noktası duyarlı bir anahtar konumundadır ve bu konum **Cal'd** (Calibrated : ölçeklenmiş) olarak adlandırılmıştır. Bu düğmenin işlevi, üzerinden ölçüm yapmamak koşulu ile, görüntünün daha ayrıntılı izlenecek biçimde ekranda görünmesini sağlamaktır. Eğer ekrandan düşey sapma (genlik) ile ilgili ölçüm alınacaksa, VAR düğmesi mutlaka Cal'd konumunda olmalıdır. VAR düğmesi dışarıya doğru çekildiğinde, o girişe ilişkin yükseltecin kazancı 5 katına çıkarılabilir. Bu durumda ekrandaki görüntünün düşey büyüklüğü de 5 kat büyütülmüş olur.

Position : İlgili girişe uygulanan gerilim üzerine (+) ya da (-) işaretli bir DC gerilim eklenerek, ekrandaki o girişe ilişkin görüntünün tümüyle yukarıya ya da aşağıya doğru kaydırılması sağlanır.

1.2.2. Tetikleme Birimi : Tetikleme birimi ve Tarama Modu ile ilgili olarak aşağıda ad ve işlevleri sıralanan anahtar ve düğmeler kullanılır :

Level : Ekranda görülmek istenen görüntünün, ekranın sol yanında, girişe uygulanan işaretin hangi anlık değerinden başlaması gerektiğini ayarlar. Giriş işareti ile tarama işaretinin eşzamanlılığının (senkronizasyonunun) olmaması, ekrandaki görüntünün durağan olmamasına, yani ekranda kayan bir görüntü olmasına neden olur.

Source : Bu üç konumlu seçici anahtar ile, tetikleme işaretinin içeriden mi (**Int.**), dışarıdan mı (**Ext**) yoksa şebeke geriliminden mi (**Line**) alınacağı belirtilir.

Int. Trig. (Internal Trigger : İçeriden Tetikleme) : Birden çok giriş işaretinin izlenmesi durumunda, tetikleme işaretinin hangi girişten üretilmesi gerektiğinin seçimini yapar.

Ext. Trig. (External Trigger : Dışarıdan Tetikleme) : Eğer tetiklene için dışarıdan ve ayrı bir işaret kullanılması gerekirse, bu bağlantı girişi kullanılmalıdır.

Slope : Tetikleme işaretinin eğiminin seçimi için kullanılır.

Vert Mode (Vertical Mode : Düşey Çalışma Modu) : 5 ayrı tuştan birinin basılmasıyla, düşey modda ekranda görülmesi istenen işaret belirlenir :

Ch1 : Ekranda sadece 1. girişe uygulanan işaretin izlenmesini sağlar.

Ch2 : Ekranda sadece 2. girişe uygulanan işaretin izlenmesini sağlar.

Alt : Ekranda her iki girişe uygulanan işaretlin sıra ile taranarak birlikte izlenmesini sağlar.

Chop : Ekranda her iki girişe uygulanan işaretlerin birlikte taranarak birlikte izlenmesini sağlar.

Add : Ekranda 1. ve 2. girişe uygulanan işaretlerin toplamının bir işaret olarak izlenmesini sağlar.

1.3. ÇEŞİTLİ DALGA BİÇİMLERİ :

Bilindiği gibi pil, akümülatör,... vb. gerilim kaynaklarının ürettikleri gerilim ve akımlar (DC) zamanla değişim göstermeyen büyüklüklerdir. DC ölçen Voltmetre veya Ampermetreler kullanılarak kolaylıkla ölçülebilirler. Oysa Sinüs, Kare, Üçgen . . vb. dalga biçimleri zamana bağlı olarak değişirler. Bu tür dalga biçimleri için, DC işaretlerden farklı olarak **Ani Değer**, **Tepe Değer**, **Tepeden Tepeye Değer**, **Ortalama Değer** ve **Etkin Değer** gibi tanımlamalar yapılır. Sinüs, Kare ve Üçgen biçimli gerilimlerin etkin değerleri ile tepe değerleri arasındaki doğrusal ilişki aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Dalga Biçimi	Tepe Değer $V_T (V)$	TepedenTepeye Değer $V_{TT} (V)$	Etkin Değer V_{et}
Sinüs	A	2A	$A / \sqrt{2}$
Kare	A	2A	A
Üçgen	A	2A	$A / \sqrt{3}$

→ Bu değerlerden bazıları (ortalama ve etkin değer gibi) uygun ölçü aletleri kullanılarak ölçülebilir ancak bu ölçü aletleri bize ölçülen gerilim ya da akımın biçimi, tepe değeri, tepeden tepeye değeri veya ani değeri hakkında bir bilgi veremez. Bütün bunların dışında, değişken bir gerilimin **Sıklık (Frekans)** ya da **Dönem (Periyot)** 'inin bir ampermetre veya voltmetre ile ölçülmesi olanaksızdır.

İşte **Osiloskop** kullanımı böyle durumlarda avantaj sağlamaktadır. Osiloskoplar gerilim ölçen aygıtlardır. Yani devredeki her hangi iki düğüm arasına (tıpkı voltmetre gibi) paralel bağlanırlar ve o iki nokta arasındaki gerilimin biçimini ekranlarına yansıtırlar. Osiloskop üzerinde yer alan kademeli seçici anahtarların (komütatörlerin) kademe değerleri ve ölçeklendirilmiş ekrandaki dalga biçimi değerlendirilerek, daha önce söz edilen büyüklüklerin ölçülmesi sağlanır.

Osiloskop ekranının yatay eksenini (X eksenini) **zamanı**, düşey eksenini (Y eksenini) ise **gerilimi** göstermektedir. Osiloskobun yatay tarama hızını gösteren **TIME/DIV** kademeli anahtarının gösterdiği değer ; yatay ekseninde bir kare uzunluğun (div) karşılık geldiği zamanı gösterir

Osiloskoplarda çoğunlukla ekranda aynı anda iki gerilimi birlikte görebilmeyi sağlamak amacıyla iki adet giriş ve iki adet düşey saptırma katı (iki adet Y kanalı) yer alır. Böyle durumlarda her iki işaretin yatay saptırmaları (Time / Div) birlikte değişmesine karşın her ikisinin düşey saptırmaları ayrı ayrı değiştirilebilir. Yatay saptırmadakine benzer biçimde, düşey saptırmaya ait **VOLT/DIV** kademeli anahtarlarla seçilen değerler, o kanaldaki gerilim için, ekrandaki 1 birimlik (1 Div) uzunluğun kaç Volt değerine karşılık geldiğini gösterir. Örneğin ; 1. kanalın Volt/Div komütatörü 1 V, 2. kanalın Volt/Div komütatörü 5 V değerini gösteriyorsa, ekrandaki düşey doğrultudaki (Y eksenini) 1 Div (1 cm) uzunluğun, 1. kanaldaki işaret için 1 Volt, 2. kanaldaki işaret için ise 5 Volt 'a karşılık geldiğini belirtmektedir.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Zamanal Değişmeyen (DC) Gerilimlerde Genlik Ölçülmesi

- 2.1.1. Sayısal Voltmetreyi DC kaynağın çıkışına paralel bağlayarak, kaynak çıkışının 1 Volt olmasını sağlayınız.
- 2.1.2. Osiloskopun 1. kanalını GND konumuna getirerek ekrandaki görüntüyü (yatay düz çizgi) ekranın en altındaki ölçü çizgisi ile karşılaştırınız.
- 2.1.3. Osiloskopun 1. kanalının girişine DC güç kaynağının çıkışına bağlayınız.
- 2.1.4. 1. kanalın Volt/Div anahtarını 0.2 Volt/Div kademesine getiriniz ve kanal girişini DC konumuna alınız.
- 2.1.5. Ekranda görülen görüntünün düşey yönde sapma miktarını (Div) ölçünüz. Bu değeri Volt/Div kademesinin gösterdiği değerle çarparak DC gerilimin değerini hesaplayınız.
- 2.1.6. Aşağıda verilen Çizelge-1'i kullanarak, aynı işlemi 2.5 V, 4.5 V ve 8.3 V için tekrarlayınız.

Çizelge - 1

Sayısal Voltmetre	Volt / Div kademesi	Görüntünün Sapması (Div)	Osiloskop Ölçümü
1.0 V	0.2	5.0	1.0 V
2.5 V			
4.5 V			
8.3 V			

2.2. Zamanla Değişen (AC) Gerilimlerde Genlik Ölçülmesi

- 2.2.1. Fonksiyon üreticini Sinüs biçimine ve frekansını (yaklaşık) 1 kHz 'e ayarlayınız. 1. kanal girişi GND konumunda iken görüntüyü ekranın ortasındaki yatay ölçek çizgisi ile karşılaştırınız ve fonksiyon üreticinin çıkışını osiloskopun 1. kanal girişine bağlayınız.
- 2.2.2. Osiloskopun 1. kanal düşey sapmasını 0.5 Volt/Div konumuna getiriniz.
- 2.2.3. Ekranda görülen Sinüs biçimli işaretin tepeden tepeye değerini 6 birim (Div) olacak şekilde, fonksiyon üreticinin çıkış genliğini ayarlayınız. Bu durumda ölçülen gerilimin değeri, $V_{TT} = 0.5 \text{ Volt/Div} * 6 \text{ Div} = 3 \text{ Volt}$ olacaktır. Bu değeri kullanarak atnı gerilimin Tepe Değerini (V_T) ve Etkin Değerini (V_{et}) hesaplayarak Çizelge-2 'ye yerleştiriniz.
- 2.2.4. Fonksiyon üreticinin çıkışına sayısal voltmetreyi bağlayarak, gerilimin etkin değerini ölçünüz ve osiloskop kullanarak ölçülen değer ile karşılaştırınız.
- 2.2.5. Farklı değerli sinüsler, kare ve üçgen dalgalar için yukarıdaki işlemleri tekrarlayarak Çizelge - 2 'yi doldurunuz.

Çizelge - 2

	Volt/Div	Sapma (Div)	V_{TT} (V)	V_T (V)	V_{Tet} (V)	Sayısal Voltmetre (V)
SİNÜS			3			
			5			
			8			
			10			
KARE			3			
			5			
			8			
			10			
ÜÇGEN			3			
			5			
			8			
			10			

2.3. Zamanla Değişen (AC) Gerilimlerde Dönem (Periyot) ve Sıklık (Frekans) Ölçülmesi

- 2.3.1. Fonksiyon üreticini sinüs biçimli ve $V_{TT} = 3$ V olacak biçimde ayarlayınız.
- 2.3.2. Frekans sayıcı (Frekansmetre) yardımıyla çıkış frekansını 100 Hz değerine ayarlayınız ve osiloskopun 1. kanalına uygulayınız.
- 2.3.3. Time/Div kademeli anahtarını uygun bir konuma getirerek, ekranda bir periyodun tam olarak görünmesini sağlayınız.
- 2.3.4. Bu durumda bir periyodun yatay ekseninde kaç kare (Div) uzunluğunda olduğunu belirleyerek işaretin periyodunu hesaplayınız.
- 2.3.5. $f = 1 / T$ bağıntısından yararlanarak frekansı hesaplayınız ve bu değerleri Çizelge - 3 'te yerine yazınız.
- 2.3.6. Farklı frekanslar için (1.5 kHz, 4.8 kHz, 12 kHz, 25 kHz) aynı işlemleri tekrarlayarak Çizelge - 3 'ü doldurunuz.
- 2.3.7. Frekansmetrenin gösterdiği değerlerle, osiloskopu kullanarak ölçtüğünüz frekans değerlerini karşılaştırınız.

Çizelge - 3

Frekansmetre (Hz)	Time/Div	Dönem (Div)	Dönem (s)	Sıklık (Hz)
100 Hz				
1500 Hz				
4800 Hz				
12000 Hz				
25000 Hz				

3. RAPORDA İSTENENLER :

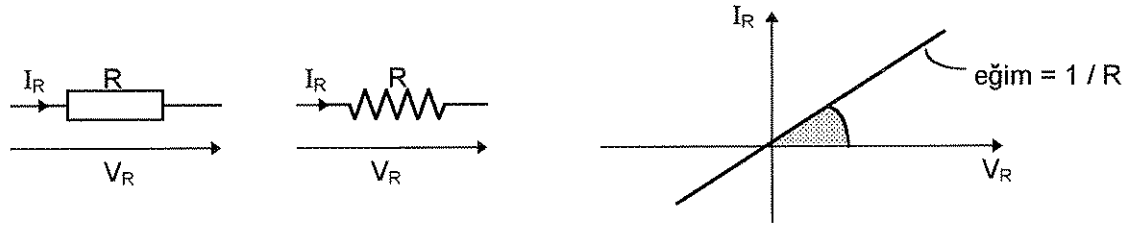
- 3.1. Her üç ölçümde elde edilen sonuçları çizelge biçiminde yazınız.
- 3.2. Bir osiloskop ekranında zamanla değişen , periyodik bir işaretin tepeden tepeye değeri 3.4 birim (Div) ve osiloskopun ilgili kanalının Volt/Div komütatörü 5 kademesine ayarlı ise ; Sinüs, Kare ve Üçgen biçimli (aynı V_{TT} değerine sahip) işaretler için V_T ve V_{Tet} değerlerini ayrı ayrı hesaplayınız.
- 3.3. 10 kHz frekanslı bir sinüs dalgasının periyodunun osiloskop ekranında 10 birim (Div) uzunluğunda yer alabilmesi için Time/Div kademesi kaç olmalıdır ?
- 3.4. Time/Div ayarı 20 s/Div olan bir osiloskopun ekranında, periyodu 6.3 birim (Div) uzunluğunda olan bir kare dalga yer almaktadır. Bu kare dalganın periyodunu ve frekansını hesaplayınız.

Deney Adı : DEVRE ELEMANLARININ AKIM-GERİLİM ÖZEĞRİLERİ

Amaç : Bu deneyin amacı ; direnç, diyot ve zener diyot gibi devre elemanlarının akım-gerilim özeğrilerinin incelemesi ve bu devre elemanlarının birarada yer aldığı devrelerin akım-gerilim özeğrilerinin elde edilmesidir.

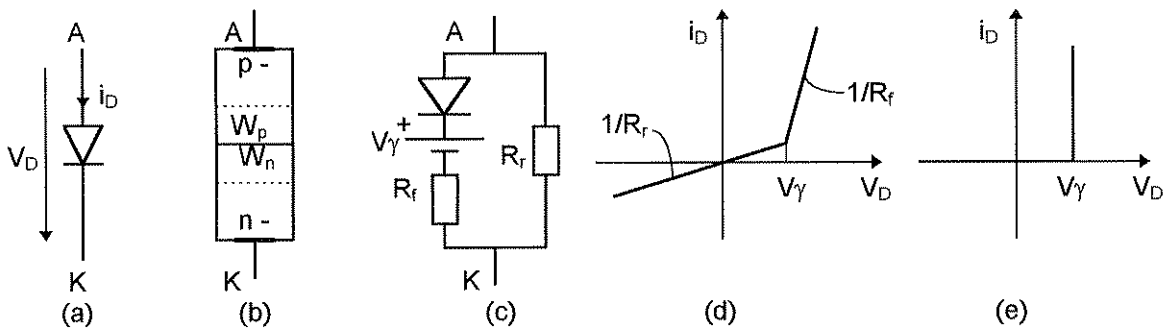
1. AÇIKILAYICI BİLGİLER :

1.1. DOĞRUSAL DİRENÇ : Doğrusal direnç , zamanla değişmeyen , içinden geçen akım ile uçlarındaki gerilim düşümü arasındaki ilişki doğrusal olan iki uçlu bir devre elemanıdır. Devrelerde kullanılan simgesi ve Akım-gerilim özeğrisi Şekil - 1 'de verilmiştir.



Şekil - 1 : Doğrusal direncin simgesi ve akım - gerilim özeğrisi

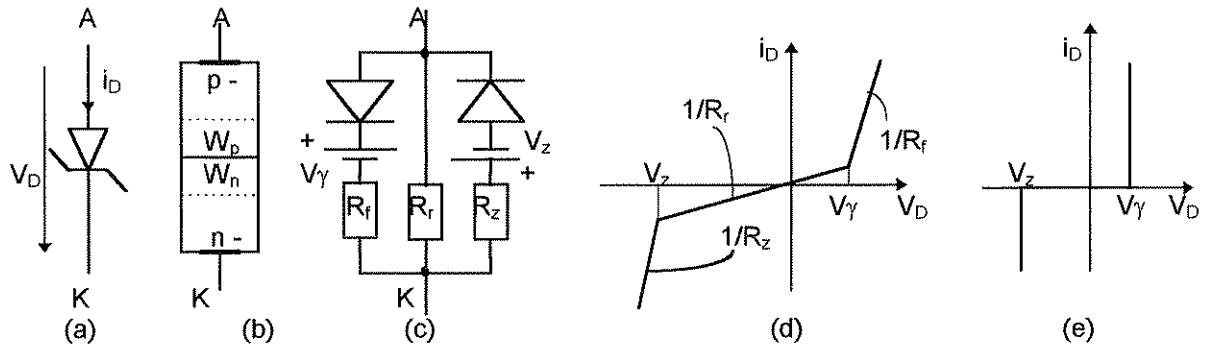
1.2. DOĞRULTUCU DİYOT : Diyot , zamanla değişmeyen , tek yönlü akım akıtabilen , içinden geçen akım ile uçlarındaki gerilim düşümü arasındaki ilişki doğrusal olmayan iki uçlu bir yarı iletken devre elemanıdır. Bir kısmı p- ikinci kısmı ise n- tipi katkılandırılmış iki yarıiletken kristalin birbirine eklenmesiyle elde edilmiştir. p- tipi katkı kısmının ucu **Anot**, n- tipi katkı kısmının ucu ise **Katot** olarak adlandırılır. V_γ eşik gerilimleri , R_f ileri besleme direnci ile R_r geri besleme dirençleri bazı uygulamalarda göz önüne alındığı gibi bazı uygulamalarda göz ardı edilebilir. Yarım ve tam dalga doğrultucu , kırpıcı , katlayıcı , karıştırıcı , vb. devrelerde yaygın olarak kullanılırlar. Doğrultucu diyotun devrelerde kullanılan simgesi, yarıiletken yapısı, eşdeğer devresi, parçalı doğrusallaştırılmış ve düşüncel (ideal) akım-gerilim (i-v) özeğrileri Şekil - 2. de verilmiştir.



Şekil - 2 : Diyotun : (a) Simgesi , (b) Yarı iletken yapısı , (c) Eşdeğer devresi , (d) Doğrusallaştırılmış i-v özeğrisi , (e) Sadece eşik gerilimini içeren i-v özeğrisi

Şekil - 2 'den de görüleceği gibi diyotun uçları arasındaki gerilim (V_D) Eşik geriliminden (V_γ) daha büyükse ($V_D > V_\gamma$) diyot **İletimde** 'dir ve iletim yönündeki direnci (R_f) çok küçüktür. Ters durumda ($V_D < V_\gamma$) diyot **Tıkamada** 'dır ve ters yönde akmak isteyen akıma karşı çok büyük bir direnç (R_r) gösterir. Bazı uygulamalarda diyotun eşik gerilimi de göz ardı edilebilir ($V_\gamma \approx 0$).

1.3. ZENER DİYOT (DOĞRULTUCU DİYOT) : (1.2) 'de tanıtılan normal diyotların Anot-Katot gerilimleri (-) ise yani $V_D = (V_A - V_K) < 0$ ve belirli bir değerden (Ters Yönde Kırılma Gerilimi : bu değer her diyot için kataloglarda belirtilmiştir) büyükse, diyot içinden ters yönde çok büyük değerde bir akım akar ve diyot tekrar kullanılamaz biçimde bozulur. Ancak bazı diyotlarda p- ve n- tipi katkı yoğunlukları uygun biçimde ayarlanarak, diyotun bu çalışma bölgesinde de (akımın sınırlanması koşulu ile) çalışabilmesi sağlanmıştır. Bu tür diyotlarda söz edilen kırılma gerilimi **Zener Gerilimi** ve bu tür diyotlar da Zener ya da Referans Diyot olarak adlandırılırlar. Zener diyotlar gerilimin belirli sınırlar içinde sabit tutulmasının gerektiği regülatör devrelerinde kullanılırlar. Zener Diyotun devrelerde kullanılan simgesi, yarıiletken yapısı, eşdeğer devresi, parçalı doğrusallaştırılmış ve düşüncel (ideal) akım-gerilim (i-v) özeğrileri Şekil - 3 'te verilmiştir.



Şekil - 3 : Zener Diyotun : (a) Simgesi , (b) Yapısı , (c) Doğrusallaştırılmış Eşdeğer devresi , (d) Doğrusallaştırılmış i-v özeğrisi , (e) Zener ve Eşik gerilimini içeren i-v özeğrisi

1.4. AKIM-GERİLİM (I - V) ÖZEĞRİLERİNİN ÖLÇÜMÜ :

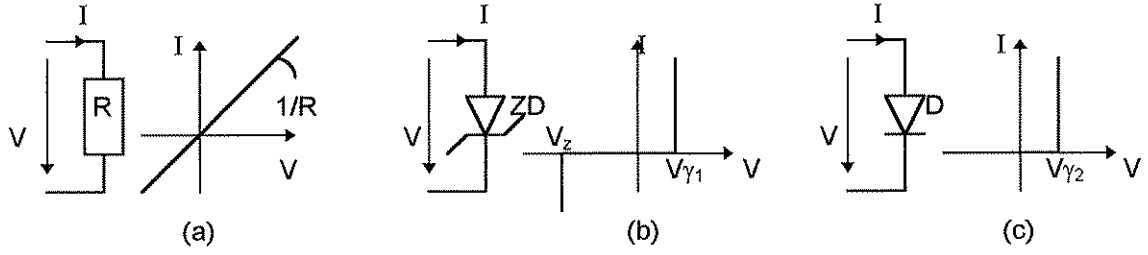
1.4.1. Nokta Nokta Akım ve Gerilim Değerleri Ölçülerek : Devrede adım adım giriş gerilimi değiştirilerek her adımda çıkış gerilimi ve akım değeri kaydedilir, milimetrik kağıda aktarılan bu değerler yardımıyla akım-gerilim özeğrisi çizilebilir.

1.4.2. Özeğri İzleyici (Curve Tracer) Aygıtı Kullanılarak : Özeğri izleyici ; transistör , FET(alan etkili transistör) , MOSFET(metal oksit yarı iletken alan etkili transistör) , diyot , zener diyot , tünel diyot v.b. devre elemanlarının Akım-gerilim özeğrilerinin izlenilmesi için kullanılan bir aygıttır. Diyot , tünel diyot , zener diyot v.b. devre elemanlarının özeğrilerinin elde edilmesi için , özeğri izleyici aygıtının anahtar seçme konumları uygun seçilmek üzere ; osiloskop ile aygıt arasında bağlantı kurulur ve önce eleman uçlarındaki gerilimin yönü (polaritesi) ileri yönde iken , sonra polarite geri konumunda iken özeğri osiloskoptan izlenir . Devre elemanının eşdeğer özeğrisi , gözlenen bu iki özeğri parçasının birleşimine eşittir.

1.5. BİRLEŞİK DEVRELERİN I-V ÖZEĞRİLERİNİN ELDE EDİLİŞİ : Tek tek devre elemanlarının özeğrilerinin gözlenebileceği gibi birkaç devre elemanının birarada kullanıldığı sistemlerin de i-v özeğrileri gözlenebilmektedir. Devre elemanları seri bağlandığında üzerlerindeki gerilimlerin toplamı , paralel bağlandıklarında ise üzerlerinden geçen akımların toplamı elde edileceğinden, akım - gerilim özeğrileri de toplam şeklinde elde edilir.

Örnek : Şekil - 4 'te bir doğrusal direncin, bir zener diyotun ve bir doğrultucu diyotun i-v özeğrileri verilmiştir. Bu üç eleman Şekil - 5 (a) 'da gösterilen biçimde seri bağlanırsa, bu üç elemanın birlikte oluşturdukları devrenin akım-gerilim özeğrisi Şekil - 5 (b) 'de gösterilen biçimde elde edilir. V geriliminin (+) olduğu bölgede devreden akım akabilmesi için, değerinin $V^* = V_z + V_{Y2}$ değerinden daha büyük olması gerekir. V geriliminin (-) olduğu bölgede ise diyot devreden akım akmasına izin vermez.

Devre Elemanlarının Akım - Gerilim Özeğrileri



Şekil - 4 : (a) Doğrusal direncin, (b) Zener diyotun, (c) Diyotun simgeleri ve I - V özeğrileri

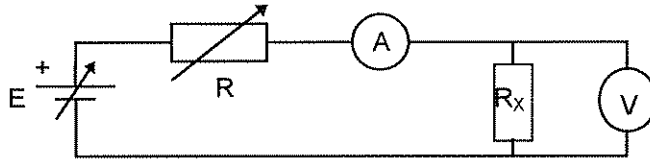


Şekil - 5 : (a) Diyot, zener diyot ve direncin seri bağlantısı, (b) Seri bağlı üç elemanın i-v özeğrisi

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Doğrusal Direncin i-v Özeğrisinin Ölçülmesi :

2.1.1. Şekil - 6 'daki devreyi kurunuz.



Şekil - 6 : Direncin i-v özeğrisinin ölçülmesi

2.1.2. Ayarlı gerilim kaynağı ve ayarlı direncin değerlerini değiştirerek ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini Çizelge - 1 'e kaydediniz.kaydediniz.

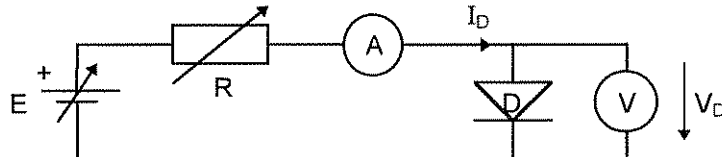
Çizelge - 1

E (V)	R (Ω)	V_{RX} (V)	I_{RX} (A)				

2.1.3. Özeğri izleyici (Curve Tracer) kullanarak direnç devre elemanının i-v özeğrisini gözleyiniz ve elde ettiğiniz şekli kaydediniz.

2.2. Doğrultucu Diyotun i-v Özeğrisinin Ölçülmesi :

2.2.1. Şekil - 7 'deki devreyi kurunuz.



Şekil - 7 : Doğrultucu diyotun i-v özeğrisinin ölçülmesi

2.2.2. Ayarlı gerilim kaynağı ve ayarlı direncin değerlerini değiştirerek ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini Çizelge - 2 'ye kaydediniz.

Çizelge - 2

E (V)	0.1	0.3	0.5	0.6	0.65	0.7	0.8
R (Ω)							
V _D (V)							
I _D (A)							

2.2.3. Diyodun Anot - Katot uçlarının yerini değiştirerek tekrar devreye bağlayınız. Bu durumda ayarlı gerilim kaynağı ve ayarlı direncin değerlerini değiştirerek ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini Çizelge - 3 'e kaydediniz.

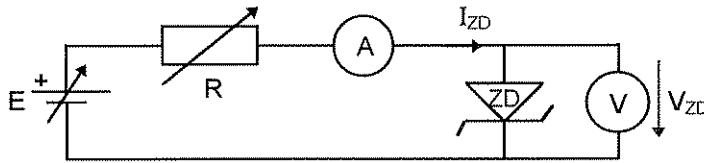
Çizelge - 3

E (V)	1	3	5	10	15	20	30
R (Ω)							
V _D (V)							
I _D (A)							

2.2.4. Özeğri izleyici (Curve Tracer) kullanarak diyodun i-v özeğrisini gözleyiniz ve elde ettiğiniz şekli kaydediniz.

2.3. Zener Diyotun i-v Özeğrisinin Ölçülmesi :

2.3.1. Şekil - 8 'deki devreyi kurunuz.



Şekil - 7 : Zener Diyotun i-v özeğrisinin ölçülmesi

2.3.2. Ayarlı gerilim kaynağı ve ayarlı direncin değerlerini değiştirerek ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini Çizelge - 4 'e kaydediniz.

Çizelge - 4

E (V)	1	3	5	10	15	20	30
R (Ω)							
V _{ZD} (V)							
I _{ZD} (A)							

2.3.3. Zener diyotun Anot - Katot uçlarının yerini değiştirerek tekrar devreye bağlayınız. Bu durumda ayarlı gerilim kaynağı ve ayarlı direncin değerlerini değiştirerek ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerini Çizelge - 5 'e kaydediniz.

Çizelge - 5

E (V)	1	3	5	10	15	20	30
R (Ω)							
V _{ZD} (V)							
I _{ZD} (A)							

2.3.4. Özeğri izleyici (Curve Tracer) kullanarak Zener diyotun i-v özeğrisini gözleyiniz ve elde ettiğiniz şekli kaydediniz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- Deneyde kullanılan ayarlı direncin devrede kullanılma amacı nedir ? Açıklayınız.
- Çizelge değerlerini kullanarak her üç elemanlarının i-v özeğrilerini milimetrik kağıda çiziniz.
- Aynı direnç değeri için doğrultucu diyota paralel ve seri direnç bağlanması durumunda özeğrisi nasıl değişir ? Açıklayarak elde edilmesi gereken özeğrileri çiziniz.

Deney Adı: DEVRE ÇÖZÜMLEMESİNDE TOPLAMSALLIK KURALI

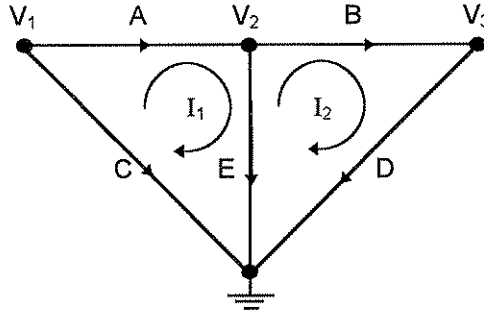
Amaç : Elektrik devrelerinin çözümlemesinde kullanılan Çevre, düğüm denklemleri ve Toplamsallık (süperpozisyon) kuralının deneysel olarak incelenmesi. Elde edilen deneysel sonuçların kuramsal (teorik) sonuçlarla karşılaştırılması.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. ÇEVRE AKIMLARI VE DÜĞÜM GERİLİMLERİ : Bir elektrik devresinde herhangi bir koldan geçen akım çevre akımlarının toplamına, gerilim ise iki uç arasındaki düğüm gerilimlerinin farkına eşittir. Örneğin Şekil - 1 'de verilen devrede ;

$$\begin{array}{lllll} V_A = V_1 - V_2 & V_B = V_2 - V_3 & V_C = V_1 & V_D = V_3 & V_E = V_2 \\ I_A = - I_C = I_1 & I_B = I_D = I_2 & I_E = I_1 - I_2 & & \end{array}$$

bağıntıları yazılabilir.



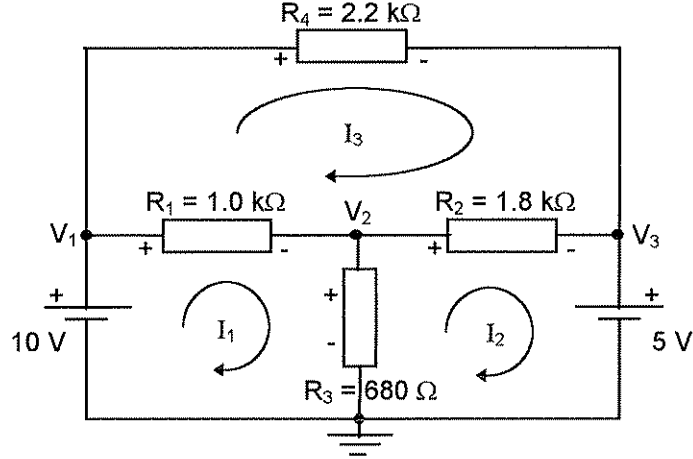
Şekil - 1 : İki gözlü, 5 elemanlı bir elektrik devresinde çevre akımları ve düğüm gerilimleri

1.2. TOPLAMSALLIK (SÜPERPOZİSYON) KURALI : Birden çok bağımsız kaynağın bulunduğu sistemlerde herhangi bir büyüklüğün (akım veya gerilim) değeri bağımsız kaynakların herbirinin teker teker yapmış oldukları katkıların toplamına eşittir. Bu kural uygulanırken:

- Devredeki bağımsız kaynaklardan bir tanesi seçilir; bunun dışında kalan tüm bağımsız kaynaklar yok edilir yani gerilim kaynakları kısa devre akım kaynakları da açık devre yapılır.
- Yeni oluşturulan devre için istenilen noktalardaki büyüklükler (akım ya da gerilim) bulunur.
- Bu işlem sırasıyla tüm bağımsız kaynaklar için tekrarlanır.
- Her noktadaki büyüklükler için yukarıdaki işlemlerde elde ettiğimiz sonuçlar yönleri de göz önüne alınarak toplanır.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Şekil - 2 'deki devreyi kurunuz.



Şekil - 2 : Deney devresi bağlantı biçimi

2.2. 5V'lık gerilim kaynağını kısa devre ile değiştiriniz.

2.3. I_1 , I_2 , I_3 akımlarını ve V_1 , V_2 , V_3 gerilimlerini ölçünüz ve sonuçları Çizelge - 1'e kaydediniz.

2.4. Kolların tümü üzerinden geçen akım ve gerilimleri hesaplayınız. Sonuçları Çizelge - 1'e kaydediniz.

Çizelge - 1: 10 V 'luk kaynağın katkısı

Ölçülen Değerler			
$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	
$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	
Hesaplanacak Değerler			
$I_{R1} =$	$I_{R2} =$	$I_{R3} =$	$I_{R4} =$
$V_{R1} =$	$V_{R2} =$	$V_{R3} =$	$V_{R4} =$

2.5. 10 V 'luk gerilim kaynağını kısa devre ile değiştiriniz.

2.6. I_1 , I_2 , I_3 akımlarını ve V_1 , V_2 , V_3 gerilimlerini ölçünüz ve sonuçları Çizelge - 2'ye kaydediniz.

2.7. Kolların tümü üzerinden geçen akım ve gerilimleri hesaplayınız. Sonuçları Çizelge - 2'ye kaydediniz.

Çizelge - 2 : 5 V 'luk kaynağın katkısı

Ölçülen Değerler			
$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	
$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	
Hesaplanacak Değerler			
$I_{R1} =$	$I_{R2} =$	$I_{R3} =$	$I_{R4} =$
$V_{R1} =$	$V_{R2} =$	$V_{R3} =$	$V_{R4} =$

Devre Çözümlemesinde Toplamsallık Kuralı

- 2.8. 5 V ve 10 V 'luk gerilim kaynağı ile beraber devreyi tekrar kurunuz.
2.9. I_1 , I_2 , I_3 akımlarını ve V_1 , V_2 , V_3 gerilimlerini ölçünüz ve sonuçları Çizelge - 3 'e kaydediniz.
2.10. Kolların tümü üzerinden geçen akım ve gerilimleri hesaplayınız. Sonuçları Çizelge - 3 'e kaydediniz.

Çizelge - 3 : 5 V ve 10 V 'luk kaynakların birlikte katkıları

Ölçülen Değerler			
$I_1 =$	$I_2 =$	$I_3 =$	
$V_1 =$	$V_2 =$	$V_3 =$	
Hesaplanacak Değerler			
$I_{R1} =$	$I_{R2} =$	$I_{R3} =$	$I_{R4} =$
$V_{R1} =$	$V_{R2} =$	$V_{R3} =$	$V_{R4} =$

3. RAPORDA İSTENENLER :

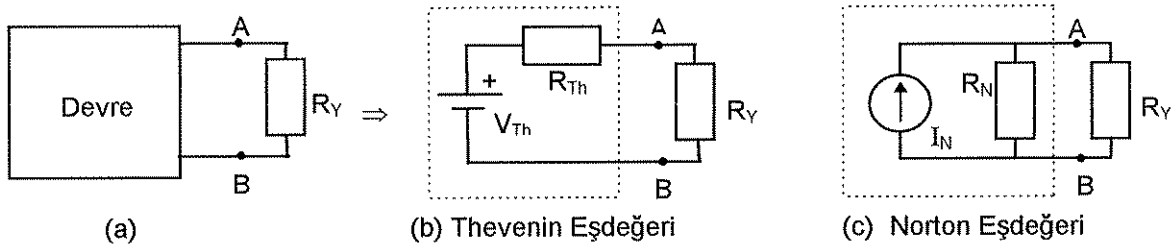
- 3.1. Çizelge - 1, Çizelge - 2 ve Çizelge - 3 'te yer alan sonuçlar karşılaştırılırsa nasıl bir sonuç elde edilir ? Açıklayınız.
3.2. Deneyde elde edilen sonuçlar gerçek değerler olduğu varsayımından yola çıkarak, 5V 'luk gerilim kaynağını 15 V 'luk bir kaynak ile yer değiştirdiğimizde I_1 , I_2 , I_3 akımlarının ve V_1 , V_2 , V_3 gerilimlerinin değeri ne olur?

Deney Adı : THEVENIN VE NORTON YASALARI

Amaç : Bu deneyin amacı, çok sayıda üretic ve tüketic içeren elektrik devrelerinin, Thevenin ve Norton eşdeğerlerinin ölçülerek elde edilmesi ve hesaplanarak bulunan eşdeğerlerle karşılaştırılmasıdır.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

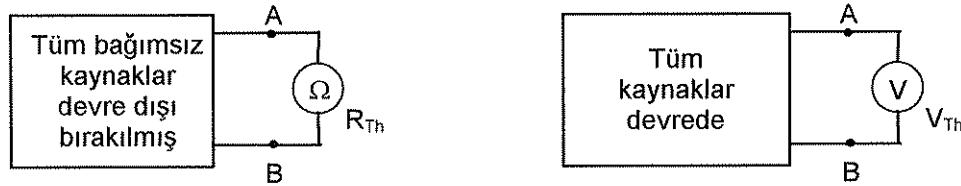
Thevenin ve Norton Teoremleri, herhangi bir devrede, devrenin belli bir bölümünün, bir gerilim kaynağı ve ona seri bağlı bir direnç (Thevenin eşdeğeri) ya da bir akım kaynağı ve ona paralel bağlı bir direnç (Norton eşdeğeri) biçiminde basit bir eşdeğerinin elde edilmesidir.



Şekil - 1 : Bir devrenin Thevenin ve Norton eşdeğerleri

1.1. THEVENİN EŞDEĞERİ : Thevenin eşdeğerinin ölçülerek elde edilmesi için yapılması gereken işlemler aşağıda sıralanmış ve Şekil - 2 'de gösterilmiştir.

- Devredeki tüm bağımsız kaynaklar devre dışı (Gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları ise açık devre) bırakılır. Bu durumda A - B düğümleri arasından görülen direnç Thevenin direncine (R_{Th}) eşittir.
- Devredeki tüm kaynaklar tekrar eski yerlerine yerleştirildikten sonra, A - B düğümleri arasından ölçülen açık devre gerilimi Thevenin gerilimine (V_{Th}) eşittir.



Şekil - 2 : Thevenin eşdeğerinin ölçülerek bulunması

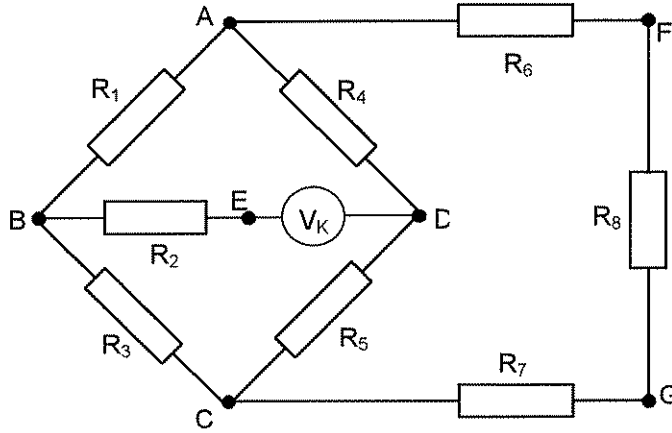
1.2. NORTON EŞDEĞERİ : Norton eşdeğerinin ölçülerek elde edilmesi için yapılması gereken işlemler aşağıda sıralanmış ve Şekil - 3 'te gösterilmiştir.

- Thevenin eşdeğerinde yer alan direncin elde edilmesi ile aynı işlemler yapılır. Devredeki tüm bağımsız kaynaklar devre dışı bırakılır. Bu durumda A - B düğümleri arasından görülen direnç Norton direncine (R_N) eşittir.
- Devredeki tüm kaynaklar tekrar eski yerlerine yerleştirildikten sonra, A - B düğümleri arasından ölçülen kısa devre akımı Norton akımına (I_N) eşittir.



Şekil - 3 : Norton eşdeğerinin ölçülerek bulunması

2. DENEYİN YAPILIŞI :



$V_k =$ (Deneysel sırasında verilecek)

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 270 \Omega$

$R_3 = 680 \Omega$

$R_4 = 160 \Omega$

$R_5 = 3.3 \text{ k}\Omega$

$R_6 = 47 \Omega$

$R_7 = 160 \Omega$

$R_8 = 270 \Omega$

Şekil - 4 : Thevenin ve Norton eşdeğerlerinin ölçümü için deney bağlantı biçimi ve eleman değerleri

2.1. Thevenin Eşdeğeri :

2.1.1. Verilen direnç değerlerini kullanarak, yukarıdaki devreyi Deneysel Tahtası (Bread Board) üzerine kurunuz.

2.1.2. $R_Y = R_8$ varsayarak, yani F - G düğümlerinden sola doğru görülen devrenin Thevenin eşdeğerini elde etmek amacıyla önce R_8 elemanı için bir yön seçiniz.

2.1.3. R_8 direncini çıkarıp, F - G uçları arasında (seçtiğiniz yöne uygun) bir voltmetre bağlayarak V_{th} gerilimini ölçerek Çizelge - 1 'e yazınız.

2.1.4. V_k kaynağını devre dışı bırakınız (V_k kaynağını devreden ayırınız ve D - E düğümlerini kısa devre yapınız). Bu durumda F - G uçlarından sola doğru görülen direnç değerini ohmmetre yardımıyla ölçerek Çizelge - 1 'e yazınız.

Çizelge - 1

Ölçülen Değerler	$V_{th} =$	$R_{th} =$
------------------	------------	------------

2.1.5. Ölçtüğünüz değerleri ve R_8 direncini de kullanarak Thevenin eşdeğerini çizin.

2.1.6. Thevenin eşdeğerini ve R_8 direncinin değerini kullanarak R_8 direnci uçları arasındaki gerilim düşümünün (V_{R8}) ve yine aynı direncin içinden akan akımın (I_{R8}) yönünü ve şiddetini hesaplayarak Çizelge - 2 'ye yazınız.

Çizelge - 2

Hesaplanan Değerler	$V_{R8} =$	$I_{R8} =$
---------------------	------------	------------

2.1.7. Kaynağı tekrar D - E uçları arasında bağlayınız. Bir voltmetre ve bir ampermetre kullanarak V_{R8} ve I_{R8} değerlerini ölçerek Çizelge - 3 'e yazınız. Çizelge - 2 'deki hesaplanan değerlerle karşılaştırınız.

Çizelge - 3

Ölçülen Değerler	$V_{R8} =$	$I_{R8} =$
------------------	------------	------------

2.2. Norton Eşdeğeri :

- 2.2.1. Yine Şekil - 1 'deki devrede, bu kez A - B uçları arasındaki R_1 direncinin dışında kalan devre parçasının Norton Eşdeğeri elde etmeye çalışınız.
- 2.2.2. $R_Y = R_1$ varsayarak, yani A - B düğümlerinden sağa doğru görülen devrenin Thevenin eşdeğerini elde etmek amacıyla önce R_1 elemanı için bir yön seçiniz.
- 2.2.3. R_1 direncini çıkarıp, A - B uçları arasına (seçtiğiniz yöne uygun) bir ampermetre bağlayarak I_N akımını ölçerek Çizelge - 4 'e yazınız.
- 2.2.4. V_k kaynağını devre dışı bırakınız (V_k kaynağını devreden ayırınız ve D - E düğümlerini kısa devre yapınız). Bu durumda A - B uçlarından sağa doğru görülen direnç değerini ohmmetre yardımıyla ölçerek Çizelge - 4 'e yazınız.

Çizelge - 4

Ölçülen Değerler	$I_N =$	$R_N =$
------------------	---------	---------

- 2.2.5. Ölçtüğünüz değerleri ve R_1 direncini de kullanarak Norton eşdeğerini çizin.
- 2.2.6. Norton eşdeğerini ve R_1 direncinin değerini kullanarak, R_1 direnci uçları arasındaki gerilim düşümünün (V_{R1}) ve yine aynı direncin içinden akan akımın (I_{R1}) yönünü ve şiddetini hesaplayarak Çizelge - 5 'e yazınız.

Çizelge - 5

Hesaplanan Değerler	$V_{R1} =$	$I_{R1} =$
---------------------	------------	------------

- 2.1.7. Kaynağı tekrar D - E uçları arasına bağlayınız. Bir voltmeter ve bir ampermetre kullanarak V_{R1} ve I_{R1} değerlerini ölçerek Çizelge - 6 'ya yazınız. Çizelge - 5 'deki hesaplanan değerlerle karşılaştırınız.

Çizelge - 6

Ölçülen Değerler	$V_{R8} =$	$I_{R8} =$
------------------	------------	------------

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney montaj şemasını çizin.
- 3.2. Thevenin eşdeğerini elde ederken yaptığınız işlemleri (hesaplamalar, ölçümler,..) kısaca açıklayarak yazınız.
- 3.3. Norton eşdeğerini belirlerken yaptığınız işlemleri kısaca açıklayarak yazınız.
- 3.4. Sadece Thevenin eşdeğeri ölçümlerini kullanarak, devrenin F - G uçlarından sola doğru görülen (R_8 direncinin dışında kalan) kısmının Norton eşdeğerini hesaplayınız.
- 3.5. Benzer şekilde, sadece Norton eşdeğeri sırasında ölçerek bulduğunuz I_N ve R_N değerlerini kullanarak, devrenin A - B uçlarından görülen (R_1 direncinin dışında kalan) kısmının Thevenin eşdeğerini hesaplayınız.

Deney Adı : DC DEVRELERDE GÜÇ VE MAKSİMUM GÜÇ AKTARIMI

Amaç : Bu deneyin amacı, çok sayıda üretic ve tüketic içeren elektrik devrelerinde güç sakınımı ve Maksimum Güç Aktarımı teoremlerinin deneysel olarak incelenmesi , gerekli ölçümlerin yapılması ve değerlendirilmesidir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. GÜÇ SAKINIMI : Bilindiği gibi, bir devre elemanının elektriksel gücü, içinden geçen akım ile uçları arasındaki gerilim düşümünün çarpımından elde edilir. Gücün birimi Watt (W) 'dır.

$$P = V I \quad [\text{Volt} \cdot \text{Amper} = \text{Watt}]$$

Yukarıdaki bağıntıdan hesaplanan değer, üretilen ya da tüketilen gücün genliğini (şiddetini) belirler. Elemanın bu gücü ürettiği ya da tükettiği, içinden geçen akım ile uçları arasındaki gerilim düşümünün yönleri tarafından belirlenir. Şekil - 1 'de belirtildiği gibi, eğer bir elemanın içinden geçen akım ile uçları arasındaki gerilim düşümü aynı yönde ise eleman **Güç Tüketiyor**, eğer ters yönde ise **Güç Üretiyor** olarak kabul edilir.



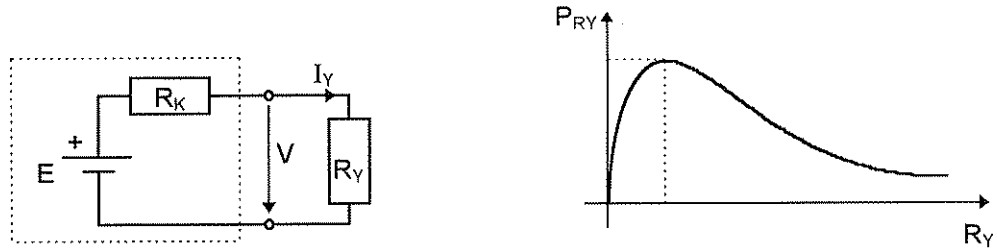
Şekil - 1 : Güç yönünün akım ve gerilim yönü ile ilişkisi

Bir elektrik devresinde yer alan tüm dirençler güç tüketirler. Eğer devrede dirençlerle birlikte sadece bir bağımsız akım ya da gerilim kaynağı yer alıyorsa, tüm dirençlerin tükettiği güç bu kaynak tarafından üretilir. Ancak devrede birden fazla bağımsız üretic (akım ya da gerilim kaynağı) yer alıyorsa, bu kaynaklardan bazıları beklenenin tersine güç tüketiyor olabilir. Bu durumun belirlenmesi için devrenin çözülerek, gerilim kaynaklarının akım yönleri ve akım kaynaklarının da uçları arasındaki gerilim düşüm yönlerinin belirlenmesi gereklidir.

Tüm bu bilgiler ışığında ; *Bir elektrik devresinde, güç üreten elemanların ürettikleri güçlerin toplamı, tüketilen güçlerin toplamına eşittir.* Bu teorem **Güç Sakınımı** olarak adlandırılır.

1.2. MAKSİMUM GÜÇ AKTARIMI : Şekil - 2 'deki devreyi göz önüne alalım. Bu devredeki R_Y yük direncinde tüketilen güç E , R_K ve R_Y değerlerine bağlıdır.

$$I_Y = \frac{E}{R_K + R_Y} \Rightarrow P_{R_Y} = I_Y^2 \cdot R_Y = \frac{E \cdot R_Y}{(R_K + R_Y)^2}$$



Şekil - 2 : Yük direncinde tüketilen gücün R_Y 'ye göre değişimi

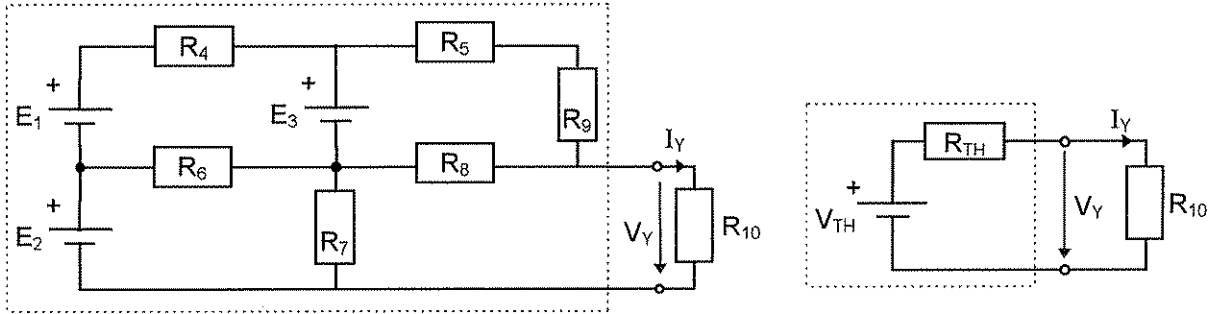
Eğer R_Y değeri, sıfırdan başlayarak sonsuza kadar değiştirilirse, P_{R_Y} 'nin de sıfır değerinden başlayarak arttığı ve belirli bir R_Y değerinde en büyük değerine ulaştıktan sonra azalmaya başladığı

görülecektir. İşte P_{RY} gücünün maksimum değerini aldığı söz edilen R_Y değeri, R_K değerine eşittir. Bu değer, yukarıda verilen P_{RY} bağıntısının R_Y 'ye göre alınacak türevinin sıfıra eşitlenmesi ile bulunabilir. Maksimum güç aktarımı koşulunu sağlayan $R_Y = R_K$ değeri P_{RY} bağıntısında yerine yazılarak, akranılabilecek maksimum güç değeri ;

$$P_{RY \text{ Max}} = \frac{E^2}{4 R_Y}$$

olarak bulunur. Bu durum **Maksimum Güç Aktarımı Teoremi** 'nde ; *Bir devrede kaynak tarafındaki direnç yük direncine eşitse, kaynağın yüke aktaracağı güç maksimum olur* biçiminde ifade edilmiştir.

Maksimum güç aktarımı, yalnızca yukarıdaki biçimde bir kaynak ve bir dirençten oluşan basit devreler için geçerli değildir. Eğer devrede yük direncinin dışında çok sayıda kaynak ve direnç yer alıyorsa, bu durumda yük direnci dışında kalan devre parçasının Thevenin eşdeğeri bulunarak, devre kolayca Şekil - 2 'deki basit biçime dönüştürülebilir. Örneğin, Şekil - 3 (a) 'daki devrede R_{10} direnci yük kabul edilerek $E_1, E_2, E_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8$ ve R_9 dan oluşan devre parçasının Thevenin eşdeğeri elde edilirse, devre kolayca Şekil - 3 (b) 'deki biçimi alır.



Şekil - 3 : Çok sayıda kaynak ve direnç içeren bir devre ve Thevenin eşdeğeri

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Güç Sakınımı :

2.1.1. Aşağıda verilen değerleri kullanarak, Şekil - 3 (a) 'daki devreyi kurunuz.

$$\begin{array}{lllll} E_1 = 15 \text{ V} & E_2 = 5 \text{ V} & E_3 = 15 \text{ V} & R_4 = 270 \ \Omega & R_5 = 330 \ \Omega \\ R_6 = 100 \ \Omega & R_7 = 220 \ \Omega & R_8 = 220 \ \Omega & R_9 = 100 \ \Omega & R_{10} = 470 \ \Omega \end{array}$$

2.1.2. Devre bağlantısını bir kağıda çizerek, tüm elemanlar için bir yön belirleyiniz.

2.1.3. Devredeki tüm elemanların içlerinden geçen akımları ve uçları arasındaki gerilim düşümlerini (2.1.2.) de belirlediğiniz yönler göre ölçerek, Çizelge - 1 'de ilgili yerlere yazınız.

2.1.4. Her elemanın gücünü hesaplayarak yine Çizelge - 1 'de ilgili yere yazınız.

Çizelge - 1

Eleman	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gerilim										
Akım										
Güç										

2.1.5. Güç üreten ve güç tüketen elemanları belirleyerek, üretilen güçlerin tüketilen güçlere eşit olduğunu gösteriniz.

Güç Üreten Elemanlar	Güç Tüketen Elemanlar
Üretilen Güçler Toplamı	Tüketilen Güçler Toplamı

DC Devrelerde Güç ve Maksimum Güç Aktarımı

2.1.6. E_1 gerilimini 10 V değerine değiştirerek (2.1.2) , (2.1.3) ve (2.1.4) 'de yaptığınız işlemleri yineleyerek Çizelge - 2 'de ilgili yerleri doldurunuz.

Çizelge - 2

Eleman	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gerilim (V)										
Akım (mA)										
Güç (W)										

2.1.7. Güç üreten ve güç tüketen elemanları belirleyerek, üretilen güçlerin tüketilen güçlere eşit olduğunu gösteriniz.

Güç Üreten Elemanlar	Güç Tüketen Elemanlar
Üretilen Güçler Toplamı	Tüketilen Güçler Toplamı

2.2. Maksimum Güç Aktarımı :

- 2.2.1. Şekil - 3 'deki derede yer alan R_{10} direncini yük direnci kabul ederek, ayarlanabilir bir dirençle (Potansiyometre) değiştiriniz.
- 2.2.2. Potansiyometrenin değerini Çizelge - 4 'te verilen değerlere ayarlayarak, her değer için yükten akan akımı (I_Y) ve yük uçları arasındaki gerilim düşümünü (V_Y) ölçerek aynı çizelgeye yazınız.
- 2.2.3. Her direnç değeri için yükte tüketilen gücü hesaplayarak, Çizelge - 4 'e yazınız.

Çizelge - 4

R_Y (Ω)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
I_Y (A)										
V_Y (V)										
P_Y (W)										

- 2.2.4. Güç değerlerini inceleyerek, maksimum değerinin meydana geldiği R_Y değerini bulunuz.
- 2.2.5. R_Y dışında kalan devrenin Thevenin direncini hem ölçerek ve hem de hesaplayarak bulunuz. Bulduğunuz değerleri (2.2.4) 'te bulduğunuz değerle birlikte Çizelge - 5 'e yazınız ve sonuçları yorumlayınız.

Çizelge - 5

(2.2.4) 'te bulunan R_Y değeri	Ölçülen Thevenin Direnci	Hesaplanan Thevenin Direnci

3. RAPORDA İSTENENLER :

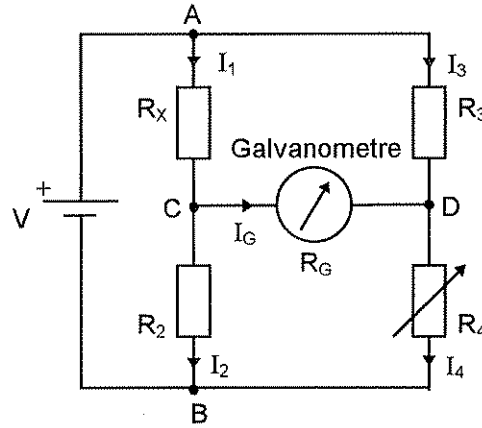
- 3.1. Güç sakınımı ile ilgili deney bağlantı biçimini çiziniz.
- 3.2. Çizelge - 1 ve Çizelge - 2 'deki değerleri vererek her iki deneyin sonuçlarını karşılaştırarak yorumlayınız.
- 3.3. Maksimum Güç Aktarımı deneyinde elde ettiğiniz ölçüm ve hesaplama değerlerini çizelge biçiminde veriniz. (Çizelge - 4 ve Çizelge - 5)
- 3.4. Yük akımının (I_Y), yük geriliminin (V_Y) ve yükte tüketilen gücün (P_{RY}) , R_Y değerine göre değişimini milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.

Deney Adı: DOĞRU AKIM KÖPRÜLERİ

Amaç : Bu deneyde amaç ; köprü ve denge kavramlarının deneysel incelenmesi, Wheatstone ve Thomson köprüleri kullanılarak bilinmeyen direnç değerlerinin ölçümüdür.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ : Wheatstone köprüsü ile orta değerlikli dirençler, değeri bilinen dirençlerle karşılaştırılarak ölçülürler. Köprünün bağlantı biçimi Şekil - 1 'de verilmiştir.



Şekil - 1 : Wheatstone Köprüsü bağlantı biçimi

Ölçülmek istenen direnç R_X 'dir. R_2 ve R_3 dirençleri sabit olarak alınır. Köprü R_4 değişken direnci yardımıyla dengeye sokulur. Bu direncin değeri değiştirilerek C ve D noktalarının A ve B noktalarına göre potansiyellerinin eşit olması sağlanır. Bu konumda köprü dengededir. C ve D noktaları arasında sıfır aleti olarak bağlanan ve iç direnci R_G olan bir galvanometreden denge koşulunda akım akmaz. Böylece dirençlerden geçen akımlar için :

$$I_1 = I_2 \quad \text{ve} \quad I_3 = I_4$$

bağıntıları geçerlidir. Denge durumunda direnç gerilimleri yazılarak Ohm yasası uygulanırsa ;

$$\begin{aligned} V_1 = V_3 &\Rightarrow I_1 R_X = I_3 R_3 \Rightarrow I_2 R_X = I_4 R_3 \\ V_2 = V_4 &\Rightarrow I_2 R_2 = I_4 R_4 \Rightarrow I_1 R_2 = I_3 R_4 \end{aligned}$$

bağıntıları elde edilir. bu eşitlikler birbirine bölünürse, köprünün dengede olması durumunda R_X direnci öteki dirençler cinsinden bulunmuş olur.

$$R_X = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$

Ölçme yapılırken gerçek sonucu elde etmek olanaksız gibidir. Bunun iki nedeni vardır :

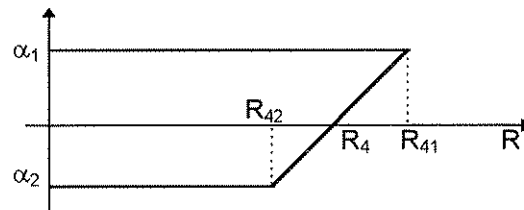
- Birincisi, ampermetreden geçen akım ampermetrenin alt ölçme sınırının altına düşerse, ampermetre bu akımı göstermez. Köprüyü dengeye getirirken ampermetrenin sapma yapmaması, ancak içerisinden geçen akımın alt ölçme sınırından daha küçük olduğunu gösterir. Her ölçü aletinin bir belirsizliği olacağına göre devrenin tam denge şartını ölçmek oldukça zordur.

Dogru Akım Köprüleri

- İkincisi, köprü R_4 değişken direnci yardımıyla dengeye sokulmaktadır. Denge koşuluna çok yaklaşıldığında R_4 direncinin değerinin bir kademe (1Ω veya 0.1Ω) değiştirilmesi ile ampermetreden geçen akım yön değiştirmektedir. Şekil - 2 'de gösterilen bu durum, denge koşulu için gerekli direnç değişiminin iki kademe arasında olduğunu gösterir. Yeterince küçük değerli dirençlerin laboratuvarında olmayışından dolayı köprü tam anlamıyla dengeye sokulamayabilir. Bu durumda köprüyü dengeye getirecek iç direnç değeri, doğrusal bir aradeğer yaklaşımıyla :

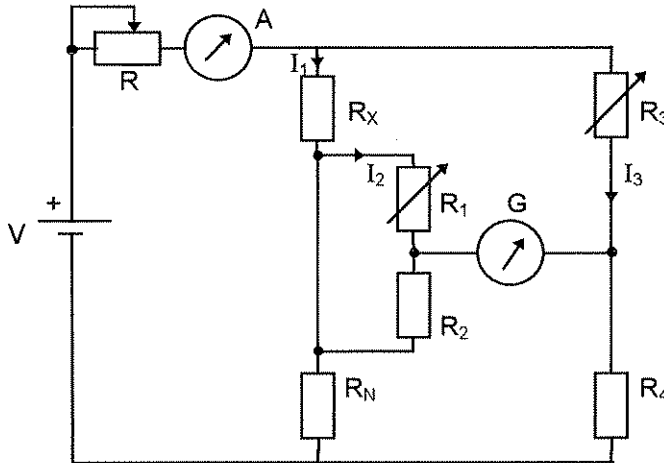
$$R_4 = \frac{R_{41} \cdot \alpha_2 + R_{42} \cdot \alpha_1}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

bağıntısından hesaplanabilir.



Şekil - 2 : Tam dengenin bulunamaması durumunda doğrusal aradeğer yaklaşımı

1.2. THOMSON KÖPRÜSÜ : Wheatstone köprüsü ile küçük dirençleri ölçerken kullanılan bağlantıların dirençleri ölçü sonucuna etki etmektedir. Bu nedenle küçük değerli dirençler (1Ω altında) Thomson köprüsünde ölçülürler. Bu köprü ile $\mu\Omega$ büyüklüğünde dirençler ölçülebilmektedir. Bilindiği gibi küçük değerli dirençler bağlama noktalarındaki belirsiz geçiş dirençlerinin etkisini ortadan kaldırmak için dört uçlu olarak imal edilirler. Thomson köprüsünün bağlantı biçimi Şekil - 3 'te gösterilmiştir.



Şekil - 3 : Thomson Köprüsü bağlantı biçimi

Köprünün denge konumunda (G galvanometresinden geçen akım sıfır) aşağıdaki bağıntılar geçerlidir

$$\begin{aligned} I_1 R_X + I_2 R_1 &= I_3 R_3 & \Rightarrow & I_1 R_X = I_3 R_3 - I_2 R_1 \\ I_1 R_N + I_2 R_2 &= I_3 R_4 & \Rightarrow & I_1 R_N = I_3 R_4 - I_2 R_1 \end{aligned}$$

Bu iki denklem birbirine ile oranalınırsa :

$$\frac{R_X}{R_N} = \frac{I_3 \cdot R_3 - I_2 \cdot R_1}{I_3 \cdot R_4 - I_2 \cdot R_2} = \frac{R_3}{R_4} \cdot \frac{I_3 - \frac{R_1}{R_3} \cdot I_2}{I_3 - \frac{R_2}{R_4} \cdot I_2}$$

bağıntısı elde edilir. Köprüdeki eleman değerleri $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$ olacak şekilde seçilirse yukarıdaki eşitlik :

$$\frac{R_X}{R_N} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2}$$

biçiminde elde edilir. Bu koşulun sağlanması için genellikle $R_1 = R_3$ ve $R_2 = R_4$ olarak seçilir.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ :

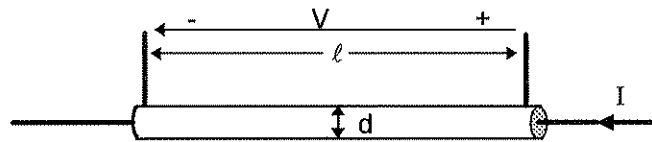
2.1.1. Şekil - 1 'de gösterilen Wheatstone Köprüsü devresini kurunuz ($R_1 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$).

2.1.2. Ampermetreyi en duyarlı konuma getiriniz. Değişken dirence büyük bir değer (örneğin ∞) vererek ampermetrenin sapma yönüne dikkat ediniz. Değişken dirence küçük bir değer (örneğin 0Ω) vererek diğer bir yöne sapmasını sağlayınız. Aranılan değer bu iki değer arasındadır. Aynı şekilde değişken dirence bir büyük bir küçük vererek denge şartını oluşturan değer bulunduğü bölgeyi daraltınız. Her değer verirken direnç değerlerini ve sapma açılarını not ediniz. Denge koşuluna yaklaştıkça ampermetrenin duyarlılığını artırınız. Bulduğunuz değerlerin hatasını hesaplayınız.

2.2. THOMSON KÖPRÜSÜ :

2.2.1. Şekil - 3 'teki Thomson Köprüsü devresini kurunuz.

2.2.2. Bu deneyde bir iletkenin özgül direnci ölçülecektir. İletken iki nokta arasında düzgün olarak tutturulmuştur. Bu iki nokta dört uçlu direncin kollarını oluşturur. Akım uçları arasında birbirinden ℓ uzaklığında bulunan iki nokta gerilim uçları olarak alınmıştır. İletkenin ölçülecek direnci R_X bu iki nokta arasındaki dirençtir (Şekil - 4). İki gerilim ucu arasındaki uzaklık ℓ ve telin çapı d 'yi doğru olarak ölçünüz. $R_2 = R_4$ dirençlerini 100Ω olarak seçiniz. Başlangıç değeri olarak $R_1 = R_3$ dirençleri için de 100Ω seçebilirsiniz.



Şekil - 4 : Dört uçlu direncin biçimi ve boyutları

2.2.3. Ampermetreyi duyarlı konuma getiriniz ve R ön direnci için büyük bir değer seçerek devreden büyük bir akım geçmesini önleyiniz. Gerilim kaynağını devreye soktukdan sonra R direncini küçülterek devreden yaklaşık 500 mA akmasını sağlayınız. R_1 ve R_3 dirençlerini değerleri aynı kalacak şekilde değiştirerek köprüyü dengeye sokunuz. Teliñ direncini bulduktan sonra

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

bağıntısından yararlanarak iletkenin " ρ " özgül direncini bulunuz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

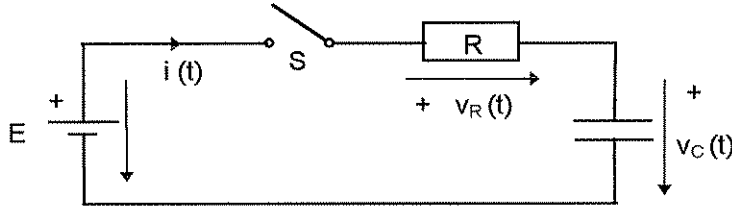
- 3.1.** Deneyde ulaşılan sonuçları gerçek değerlerle karşılaştırınız.
- 3.2.** Wheatstone köprüsü deneyinde, köprünün dengede olması durumunda,
 - a)** Gerilim iki katı arttırılırsa
 - b)** Direnç değerleri iki katı arttırılırsa köprü akımı nasıl değişir?
- 3.3.** Wheatstone köprüsü deneyinde, köprünün dengede olmaması durumunda,
 - a)** Gerilim iki katı arttırılırsa
 - b)** Direnç değerleri iki katı arttırılırsa köprü akımı nasıl değişir?

Deney Adı : DOĞRU AKIM DEVRELERİNDE GEÇİCİ OLAYLARIN İNCELENMESİ

Amaç : Zamanla değişmeyen DC gerilimlerle beslenen ve RC, RL ya da RLC devre elemanlarını birlikte içeren bir elektrik devresinde oluşabilecek geçici olayları incelemek. Geçici olaylara neden olan etkenleri ve etkilerini gözlemlemek.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. RC DEVRESİNDE GEÇİCİ DURUM : Sistemlerin bir sürekli durumdan ikinci bir sürekli duruma geçerken gösterdikleri davranışlara geçici olaylar adı verilir. Şekil-1 'de verilen seri RC devresinde, S anahtarı açıkken C sığacı tümüyle yüksüzdür. $t = 0$ anında S anahtarı kapatıldığında devreden belirtilen yönde ve zamanla değişen bir $i(t)$ akımı akmaya başlar



Şekil - 1 :Seri bağlı RC devresinde geçici durum

Devreye Kirchof gerilim yasası uygulanırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$\frac{1}{C} \int i(t) dt + R i(t) = E$$

Buradan akım ifadesi bulunmak istenirse ;

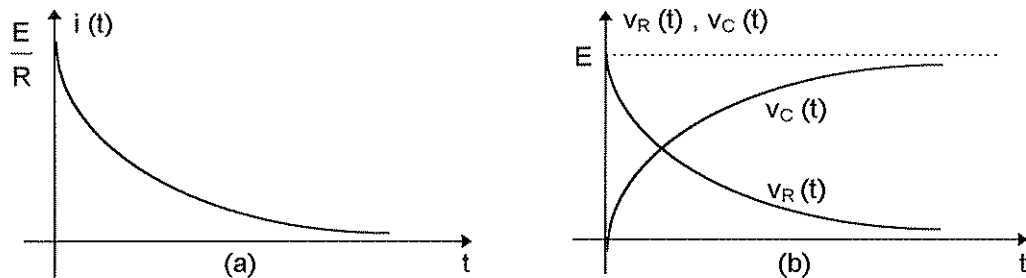
$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

elde edilir. Akım eşitliğinden yararlanılarak direnç ve sığaç üzerindeki gerilim bağıntıları aşağıdaki biçimde yazılabilir.

$$v_R(t) = R i(t) = E e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$v_C(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt = E (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$i(t)$, $v_R(t)$ ve $v_C(t)$ 'nin zamanla değişimleri, sırasıyla Şekil - 2(a), Şekil - 2(b) 'de sunulmuştur.



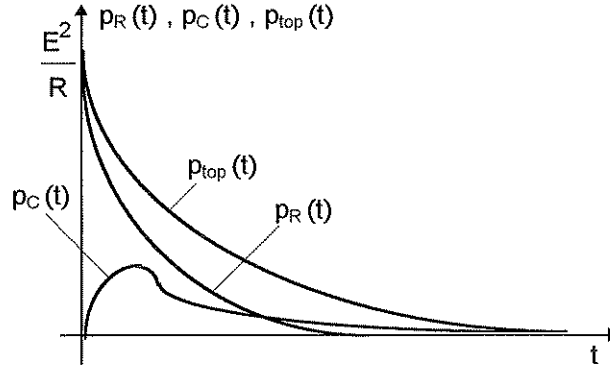
Şekil - 2 : $i(t)$, $v_C(t)$ ve $v_R(t)$ 'nin zamanla değişimleri

Doğru Akım Devrelerinde Geçiğ Olayların İncelenmesi

Bulunan eşitlikler yardımıyla direnç ve sığaç için güç bağıntıları :

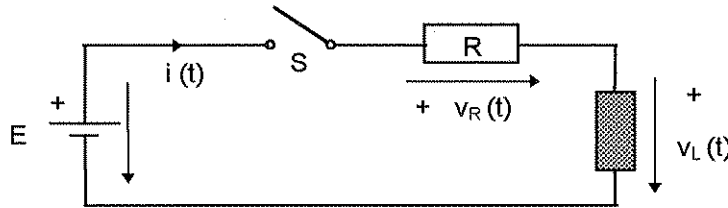
$$p_R(t) = v_R(t) i(t) = \frac{E^2}{R} e^{-\frac{2t}{RC}}$$
$$p_C(t) = v_C(t) i(t) = \frac{E^2}{R} (e^{-\frac{t}{RC}} - e^{-\frac{2t}{RC}})$$

Güç bağıntılarının zamana bağlı olan değişim biçimleri Şekil - 3 'te sunulmuştur.



Şekil - 3 : RC devresinde direnç ve sığaç güçlerinin zamanla değişimi

1.2. RL DEVRESİNDE GEÇİCİ DURUM : Eşdeğer devresi Şekil - 4 'te verilen seri bir RL devresinde S anahtarı kapatıldığı anda sabit bir gerilim uygulanmaktadır.



Şekil - 4 :Seri bağlı RL devresinde geçici durum

. Bu devreye Kirchof gerilim yasası uygulanırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$R i(t) + L \frac{d i(t)}{dt} = E$$

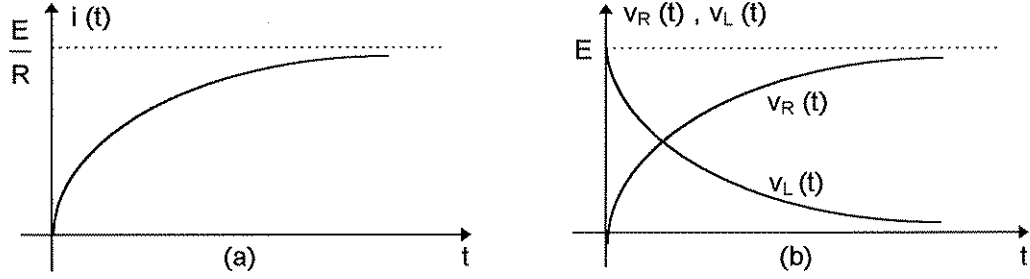
Bu eşitlik çözümlendiğinde akımın zamanla değişimi ;

$$i(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

olarak bulunur. Akım bağıntısından yararlanılarak direnç ve indüktans gerilimlerinin zamanla değişimleri hesaplanabilir.

$$v_R(t) = R i(t) = E (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$
$$v_L(t) = L \frac{d i(t)}{dt} = E e^{-\frac{R}{L}t}$$

$i(t)$, $v_R(t)$ ve $v_L(t)$ 'nin zamanla değişimleri, sırasıyla Şekil - 5(a), Şekil - 5(b) 'de sunulmuştur.



Şekil - 5 : $i(t)$, $v_R(t)$ ve $v_L(t)$ 'nin zamanla değişimleri

Direnç ve indüktansa ilişkin güçlerin zamanla değişimleri ;

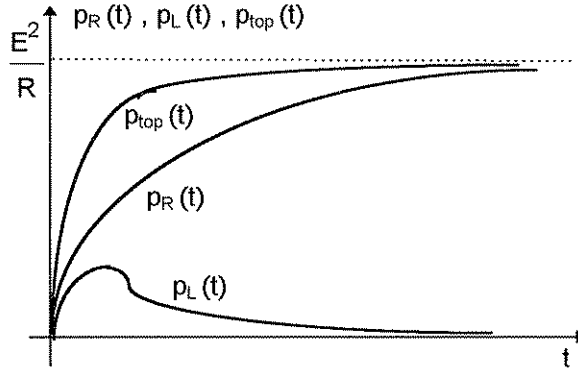
$$p_R(t) = \frac{E^2}{R} (1 - 2e^{-\frac{R}{L}t} + e^{-2\frac{R}{L}t})$$

$$p_L(t) = \frac{E^2}{R} (e^{-\frac{R}{L}t} - e^{-2\frac{R}{L}t})$$

biçiminde bulunur. Bu iki güç bağıntısında toplam gücün zamanla değişimi elde edilir.

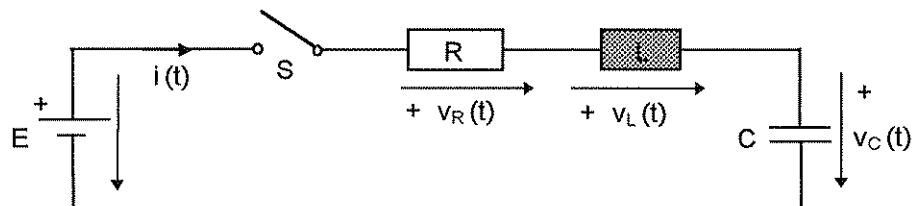
$$p_{Top}(t) = p_L(t) + p_R(t) = \frac{E^2}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

Güç bağıntılarının zamanla değişimleri Şekil - 6 'da sunulmuştur.



Şekil - 6 : RL devresinde direnç ve indüktans güçlerinin zamanla değişimi

1.3. RLC DEVRESİNDE GEÇİCİ DURUM : Eşdeğer devresi Şekil-7 'de verilen seri bir RLC devresinde S anahtarı kapatıldığı anda sabit (zamanla değişmeyen) bir gerilim uygulanmaktadır.



Şekil - 4 :Seri bağlı RLC devresinde geçici durum

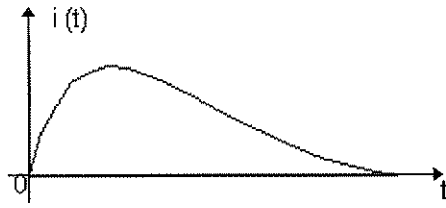
Doğru Akım Devrelerinde Geçici Olayların İncelenmesi

Bu devreye Kirchof gerilim yasası uygulanırsa aşağıdaki eşitlik elde edilir.

$$R i(t) + L \frac{d i(t)}{d t} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = E$$

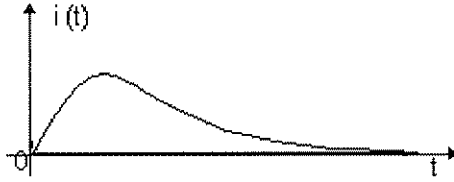
Bu eşitliğin çözümlerinden elde edilecek olan akım bağıntısının zamana bağlı olan değişimi üç ayrı biçimde gözlenebilir. Bu durum yukarıdaki eşitliğin kökleri olan $(R/2L)^2$ ile $(1/LC)$ 'nin değerlerine bağlıdır.

1.3.1. $(R/2L)^2 > (1/LC)$ olması durumunda; Çözüm sonucu elde edilecek olan akım bağıntısının zamana bağlı olan değişimi salınımsızdır ve Şekil - 8 'de sunulduğu gibidir.



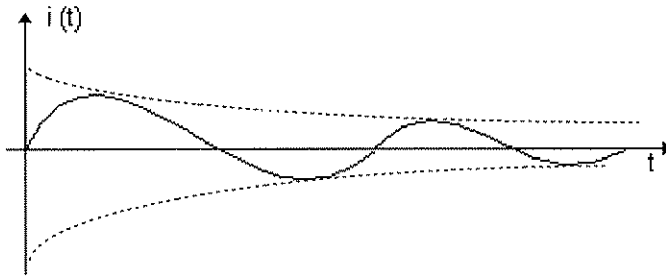
Şekil - 8 : $(R/2L)^2 > (1/LC)$ olması durumunda akımın zamanla değişimi

1.3.2. $(R/2L)^2 = (1/LC)$ olması durumunda; Çözüm sonucu elde edilecek olan akım bağıntısının zamana bağlı olan değişimi kritik sönümlüdür ve Şekil - 9 'da sunulduğu gibidir.



Şekil - 9 : $(R/2L)^2 = (1/LC)$ olması durumunda akımın zamanla değişimi

1.3.3. $(R/2L)^2 < (1/LC)$ olması durumunda; Çözüm sonucu elde edilecek olan akım bağıntısının zamana bağlı olan değişimi giderek sönümlenen sinüs dalgası biçimindedir ve Şekil - 10 'da sunulduğu gibidir.



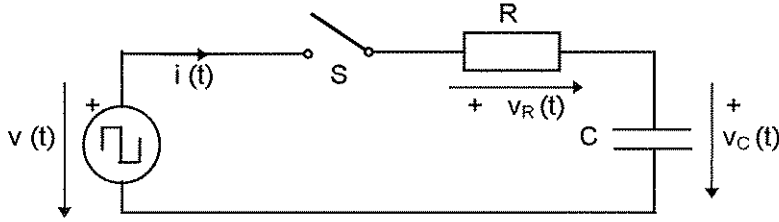
Şekil - 10 : $(R/2L)^2 < (1/LC)$ olması durumunda akımın zamanla değişimi

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. RC Devresi :

2.1.1. Şekil - 11 'deki devreyi kurunuz.

2.1.2. Devreye uygulanan kare dalganın sıklığını (frekansını) , R ve C değerlerini değiştirerek $v_R(t)$ ve $v_C(t)$ gerilimlerinin değişimlerini gözlemleyip milimetrik kağıda çiziniz.

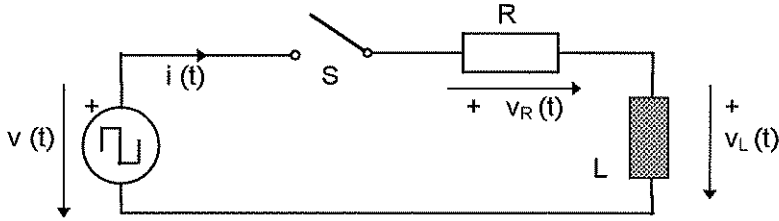


Şekil - 11 :Seri bağlı RC devresinde geçici durum

2.2. RL Devresi :

2.2.1. Şekil - 12 'deki devreyi kurunuz.

2.2.2. Devreye uygulanan kare dalganın sıklığını (frekansını) , R ve L değerlerini değiştirerek $v_R(t)$ ve $v_L(t)$ gerilimlerinin değişimlerini gözlemleyip milimetrik kağıda çiziniz.



Şekil - 12 : Seri bağlı RL devresinde geçici durum

3. RAPORDA İSTENENLER :

3.1. Deney - 2.1. ve deney - 2.2. 'de gözlemlediğiniz çıkış gerilim biçimlerini karşılaştırınız.

3.2. Yükselme zamanı devrenin hangi özelliklerine bağlıdır?

3.3. Deney - 2.1. ve Deney - 2.2. için kullandığınız değerlerden yararlanarak kuramsal (teorik) olarak yükselme zamanlarını bulunuz ve deneysel sonuçlarınızla karşılaştırınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

4.1. Ne tür elektrik devrelerinde geçici olaylardan sözedilebilir ? Araştırınız.

4.2. Yükselme zamanı ne demektir ? Araştırınız.

Not : Deneye gelirken milimetrik kağıt getirilmelidir.

Deney Adı : İNDÜKTANS VE İNDÜKTİF REAKTANS

Amaç : Bu deneyde amaç, seri ve paralel bağlantılardaki eşdeğer indüktansın elde edilmesi, akım ve gerilim dağılımlarını karşılaştırılması, bilinen bir sıklıkta (frekansta) indüktans ve indüktif reaktansın ölçümü, seri ve paralel bağlantılarda indüktif reaktansların karşılaştırmasıdır.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. İNDÜKTANSIN TANIM BAĞINTISI : İndüktanslar manyetik alanı bünyelerine yükleyebilme özelliğine sahiptirler bu şekilde de elektrik akımını magnetik enerjiye dönüştürerek depolarlar ve depoladıkları enerjiyi tekrar akıma çevirebilirler (Lenz Yasası). Sığaçların gerilime karşı verdiği tepkiyi indüktanslar akıma karşı gösterirler. İndüktanslar devrelerde Şekil - 1. 'deki devre sembelleri ile gösterilirler.



Şekil - 1 : İndüktansların devrelerde kullanılan sembelleri

Bir indüktansın zaman bağı akım - gerilim ilişkisi (tanım bağıntısı) aşağıdaki biçimdedir :

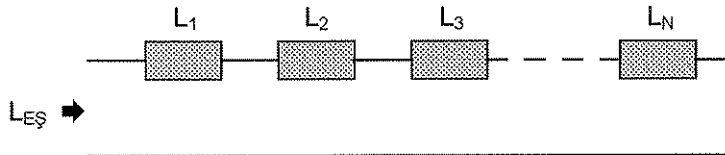
$$V_L(t) = \frac{d\Phi(t)}{dt} = \frac{d(L i_L)}{dt} = L \frac{di_L(t)}{dt} + i_L(t) \frac{dL(t)}{dt}$$

Burada; Φ : Manyetik akı(Weber), $i_L(t)$: İndüktanstan akan akım(Amper), L : Öz İndüktans(Henry) dir. Eğer indüktans zamanla değişmiyorsa, yukarıdaki bağıntı aşağıdaki biçimde yazılabilir ;

$$V_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

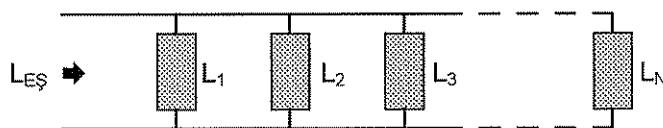
1.2. EŞDEĞER İNDÜKTANS :

1.2.1. Seri bağlantıda :



$$L_{EŞ} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N$$

1.2.1. Paralel bağlantıda :



$$\frac{1}{L_{EŞ}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_N}$$

1.3. İNDÜKTİF REAKTANS : Genel olarak **Empedans** ; $Z = R + j X$ biçiminde ifade edilen karmaşık bir sayıdır. Bu karmaşık sayının gerçel (reel) kısmı **Direnç** (R) , sanal (imajiner) kısmı ise **Reaktans** (X) olarak adlandırılır. Reaktansın çarpanı olan j , söz edilen empedansın gerçel ve sanal kısımlarının karmaşık düzlemde birbirlerine dik (90°) olduğunu gösterir. Ayrıca sanal kısmın işaretinin (+) ya da (-) oluşu sırasıyla, empedansın içinden akan akımın fazının, uçlarındaki gerilimden geride ya da ileride olduğunu gösterir. İdeal bir indüktansın etkin güç tüketmediği, sadece magnetik alanda enerji biriktirip daha sonra geriye verdiği göz önünde tutulursa, empedansının direnç bileşeni olmayacağı, sadece endüktif bir reaktanstan oluşacağı görülür. Bu durumda ideal bir indüktansa ilişkin empedans bağıntısı

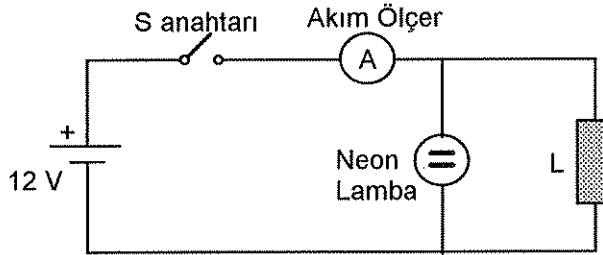
$$Z_L = 0 + j X_L$$

biçiminde yazılabilir. İndüktansın reaktansının (İndüktif Reaktansın) , öz endüktansa (L) ve çalışma frekansına (f) bağlı ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$X_L = \omega L = 2 \pi f L$$

2. DENEYİN YAPILIŞI :

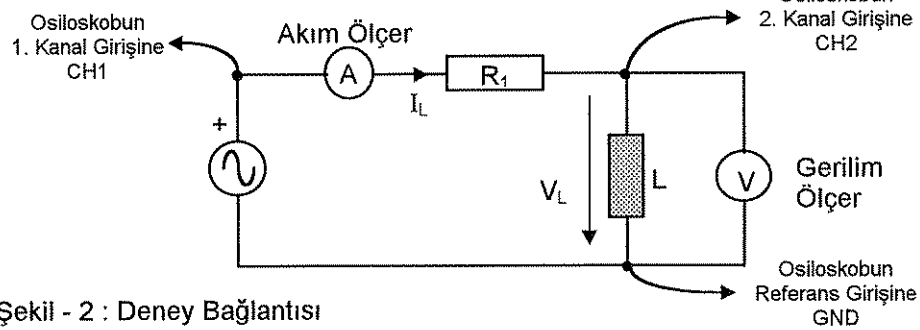
- 2.1.** Bu bölümde Lenz yasasının etkisi gözlemlenecektir. Şekil-1'deki devreyi kurunuz. Neon lamba gerilim 70V olmadıkça iletme geçmez. S1 anahtarını açıp kapayınız ve gözlemlerinizi aktarınız.
- 2.2.** Güç kaynağının çıkışını yavaş yavaş düşürünüz. Lambanın yanıp sönmeye devam etmediği ana kadar bunu sürdürünüz. Gözlemlerinizi raporunuza aktarınız.



Şekil - 1 : Deney Bağlantısı

- 2.3.** Şekil - 2 'deki devreyi kurunuz ($R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $f = 1 \text{ kHz}$, $V_{TT} = 1 \text{ V}$ (tepeden tepeye)). İki kanallı osiloskobun bir kanalını güç kaynağına, diğerini indüktansa bağlayınız. TIME/DIV düğmesini 0.5 ms/div konumuna getiriniz. Kaynak, endüktans ve direncin üzerindeki gerilimi gözlemleyiniz ve çiziniz. Ayrıca indüktansın boşalma zamanını osiloskop üzerindeki görüntüden ölçerek kaydediniz. (Not:Osiloskop ölçümünde Kanal-1 kaynak gerilimini, Kanal-2 endüktans gerilimini ölçer.) Direnç üzerindeki gerilimi ölçmek için osiloskobun VERT MODE tuşunu ADD konumuna getirip CH2-INV tuşuna basılır. Bu şekilde :

CH1 + (-CH2) = CH1-CH2 ölçümü yapılmış olur.



Şekil - 2 : Deney Bağlantısı

İndüktans ve İndüktif Reaktans

- 2.4. Şekil - 2 'deki devreyi kurunuz ($R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $f = 5 \text{ kHz}$, $V_{ET} = 1 \text{ V}$ (Etkin)). $1 \text{ k}\Omega$, 'luk direncin üzerindeki gerilimi ölçünüz. Ohm yasasını kullanarak devrenin toplam akımını hesaplayınız. İndüktans üzerindeki gerilimi de ölçünüz. Bu değerler ışığında indüktif reaktansı hesaplayınız ve indüktans değerini bulunuz. Değerlerinizi Çizelge - 1 'e kaydediniz.

Çizelge - 1

R ₁ Gerilimi (V _{R1})	
Toplam Akım (I)	
L Gerilimi (V _L)	
Reaktans (X _L)	
İndüktans (L)	

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Neon lamba 70V gerilim üzerinde iletme geçtiği halde 12V 'luk bir kaynak lambayı nasıl yakabildi ? Açıklayınız.
- 3.2. Endüktans içeren bir devrenin anahtarı açıldığında kontak noktasında kıvılcım oluşabilir.Bu durumu Lenz kanununa dayanarak açıklayınız.
- 3.3. Şekil-2 deki devrenin çıkışları (V(L),V(R)) frekans artışına bağlı olarak nasıl değişir?
- 3.4. Bilinmeyen bir endüktans değerini deneydeki metodları kullanarak nasıl bulabiliriz?
- 3.5. 50 mikroH'lik bir bobinin 50KHz'deki endüktansını hesaplayınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

- 4.1. Endüktans ne demektir? Araştırınız.
- 4.2. Endüktansın bir elektrik devresinde temel özelliği nedir? Araştırınız.
- 4.3. $V_L(t) = \frac{d}{dt}(L i)$ olduğuna göre
- a) $L=L(t)$ (zamanla değişen endüktans)
- b) $L=L(i)$ (akıma bağımlı endüktans)
- Doğrusal olmayan endüktans olduğunda $V_L(t)$ bağıntıları nasıl yazılabilir?
- 4.4. Uygulamada sabit (değişmez) bir L endüktansı olan bir devre elemanı nasıl oluşturulabilir ? Araştırınız.
- 4.5. Empedans , direnç ve reaktans kavramları nelerdir? Hangi durumlarda geçerlidir?

Deney Adı : SİĞAÇ (KONDANSATÖR) VE SİĞAÇ REAKTANSI

Amaç : Bu deneyde amaç ; Seri ve paralel bağlantılardaki toplam sığa (kapasitans), yük ve akım dağılımlarını karşılaştırmak, bilinen bir sıklıkta (frekansta) sığave sığaç reaktansı (kapasitif reaktans) ölçümü, seri ve paralel bağlantıların sığaç reaktanslarını karşılaştırmasıdır.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

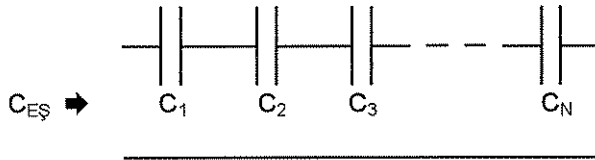
Sığaçlar iki iletken ve bu iki iletken arasında yer alan bir yalıtkan (dielektrik) malzemeden oluşan ve elektrik yükünü depolayabilme özelliğine sahip devre elemanlarıdır. Bir sığacın sığası (kapasitesi), depoladığı yüke ve uçları arasındaki gerilime bağlı olarak aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır :

$$C = \frac{Q}{V}$$

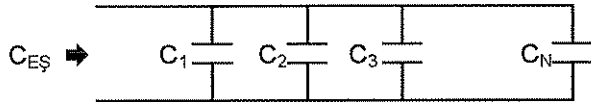
burada ; **Q:** Sığaçta depolanan Yük Miktarı(Coulomb), **V:** Sığacın Üzerindeki Gerilim(Volt) ve **C:** Sığa (Farad) 'dır. Bir sığacın zaman bağımlı akım - gerilim bağıntısı :

$$i_C(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt}$$

biçiminde ifade edilir. Sığaçların seri ya da paralel bağlanmaları sonucunda elde edilen eşdeğer sığanın değeri, her iki durum için aşağıda verilmiştir.

1.1. Seri Bağlantıda :

$$\frac{1}{C_{EŞ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

1.2. Paralel Bağlantıda :

$$C_{EŞ} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_N$$

Genel olarak **Empedans** ; $Z = R + j X$ biçiminde ifade edilen karmaşık bir sayıdır. Bu karmaşık sayının gerçel (reel) kısmı **Direnç (R)** , sanal (imajiner) kısmı ise **Reaktans (X)** olarak adlandırılır. Reaktansın çarpanı olan j , söz edilen empedansın gerçel ve sanal kısımlarının karmaşık düzlemde birbirlerine dik (90°) olduğunu gösterir. Ayrıca sanal kısmın işaretinin (+) ya da (-) oluşu sırasıyla, empedansın içinden akan akımın fazının, uçlarındaki gerilimden geride ya da ileride olduğunu gösterir. İdeal bir sığacın etkin güç tüketmediği, sadece elektrik alanında enerji biriktirip daha sonra geriye verdiği göz önünde tutulursa, empedansının direnç bileşeni olmayacağı, sadece kapasitif bir reaktanstan oluşacağı görülür. Bu durumda ideal bir sığaca ilişkin empedans bağıntısı ;

Sığaç (Kondansatör) ve Sığaç Reaktansı

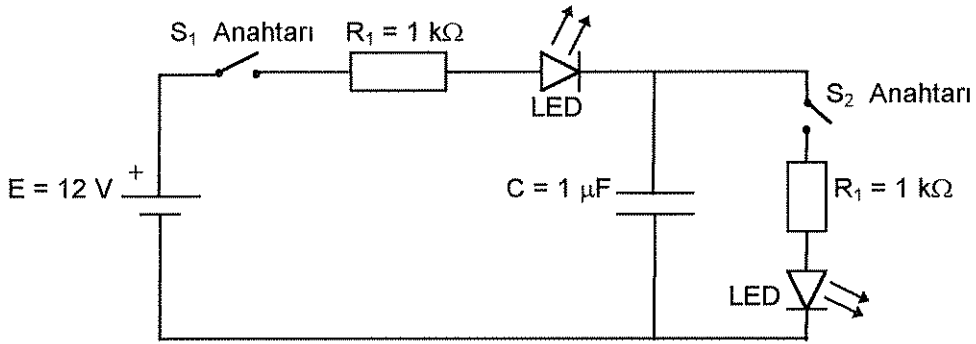
$$Z_C = 0 - j X_C$$

biçiminde yazılabilir. Sığacın Reaktansının (Kapasitif Reaktansın) , sığasına (C) ve çalışma frekansına (f) bağlı ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Sığacın DC Koşullarda İncelenmesi :



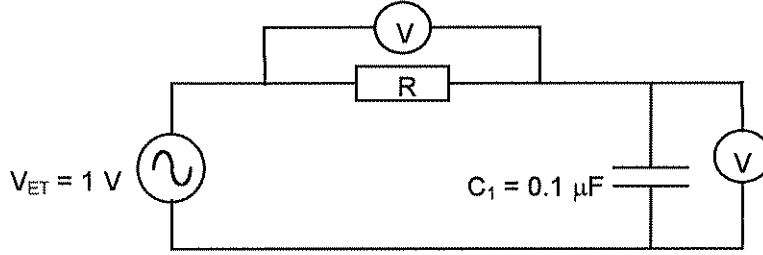
Şekil - 1 : Deney bağlantı biçimi

- 2.1.1. Sığaçların ve LED 'lerin yönlerini (polaritelerini) doğru bağlamaya dikkat ederek, Şekil - 1 'deki devreyi kurunuz.
- 2.1.2. S₂ anahtarını açınız, S₁ anahtarını kapatınız. Bir müddet sonra S₁ anahtarını açınız, S₂ anahtarını kapatınız. Her iki durumda LED'lerin durumlarını gözleyiniz ve Çizelge-1'e kaydediniz.
- 2.1.3. Her iki anahtar da açınız. C₂ sığacını (C₂ =47μF) C₁ 'e seri bağlayınız. Sonra S₁ anahtarını kapatınız ve sığaçlar üzerindeki gerilimi ölçünüz.
- 2.1.4. Ölçülen gerilim değerlerini kullanarak sığaçların üzerindeki yükü hesaplayınız. S₁ 'i açınız S₂ 'yi kapatınız. Gözlemlerinizi ve hesapladığınız yük değerini Çizelge-1'e kaydediniz.
- 2.1.5. Sığaçlarınızı seriden paralele çeviriniz. C₁ ve C₂ 'yi tamamen boşalttıktan sonra S₁ 'i kapatınız ve sığaçlar üzerindeki gerilimi ölçünüz. Sonucu Çizelge-1'e kaydediniz.
- 2.1.6. Sığaçlardaki yükleri hesaplayınız. S₁ 'i kapatıp S₂ 'yi açınız ve LED 'lerin durumunu gözleyiniz. Sonucu Çizelge-1'e kaydediniz.

Çizelge - 1

Adım	V _{C1}	V _{C2}	Q _{C1}	Q _{C2}	Gözlem Sonuçları
2.1.2					
2.1.3					
2.1.4					
2.1.5					
2.1.6					

2.2. Sığacın AC Koşullarda İncelenmesi :



Şekil - 2 : Deney bağlantı biçimi

- 2.2.1. Şekil - 2 'deki devreyi kurunuz.
 2.2.2. R direnci üzerindeki gerilimi ölçünüz. Ohm yasasını kullanarak devredeki toplam akım miktarını hesaplayınız. Sığaçın üzerindeki gerilimi ölçünüz. Sığacın reaktansını ve sığasını hesaplayınız. Sonuçları Çizelge - 2 'ye kaydediniz.
 2.2.3. Sinyal kaynağınızın sıklığını 100 Hz 'e ayarlayınız ve (2.2.2.) adımını tekrarlayınız. Sonuçları Çizelge - 3 'e kaydediniz.
 2.2.4. Sinyal kaynağınızın sıklığını 10 kHz 'e ayarlayınız ve (2.2.2.) adımını tekrarlayınız. Sonuçları Çizelge - 4 'e kaydediniz.
 2.2.5. C₁ ve C₂ 'yi seri bağlayınız (C₂ = 0.1 μF) ve sinyal kaynağınızın sıklığını 1 kHz 'e ayarlayınız. R üzerindeki gerilimi ölçünüz. Devrenin toplam akımını hesaplayınız. Sığaçlar üzerindeki gerilimi ölçünüz; toplam reaktansı ve sığayı hesaplayınız. Sonuçları Çizelge-5 'e kaydediniz.
 2.2.6. C₁ ve C₂ 'yi paralel bağlayarak (2.2.5.) adımını tekrarlayınız. Sonuçları Çizelge-5 'e kaydediniz.

Çizelge - 2

C ₁ = 0.1 μF f = 1 kHz	
V _R	
I _{Toplam}	
V _C	
X _C	
C	

Çizelge - 3

C ₁ = 0.1 μF f = 100 Hz	
V _R	
I _{Toplam}	
V _C	
X _C	
C	

Çizelge - 4

C ₁ = 0.1 μF f = 10 kHz	
V _R	
I _{Toplam}	
V _C	
X _C	
C	

Çizelge - 5

Sıklık: 1KHz	Seri Sığaçlar	Paralel Sığaçlar
V _R		
I _{Toplam}		
V _{C Toplam}		
X _{C Toplam}		
C _{Toplam}		

3. HAZIRLIK SORULARI :

- 3.1. 100V gerilim ile yüklenmiş 3 μF 'lık bir sığaçta 10 μF 'lık bir sığaç paralel bağlanırsa, sığaçlar üzerindeki gerilim ne olur?
 3.2. İki adet sığaç aynı elektrik yükü ile yüklenmiş fakat A sığaçının gerilimi B'nin iki katı ise sığaların oranı nedir?
 3.3. Bir devrede hata sonucu çok küçük bir sığaç kullanılmış ise sığaç reaktansı nasıl değişir?
 3.4. 800 pF 'lık bir sığaçın 250 kHz 'deki sığaç reaktansı nedir?
 3.5. Bu deneydeki metodu bilinmeyen bir sığayı bulmak için nasıl kullanırsınız?

Deney Adı : SİNÜSOİDAL AKIM DEVRELERİ VE FAZÖRLER

Amaç: Bu deneyde amaç ; fazör, fazör diyagramı, empedans, admittans kavramlarının tanıtılması ve sinüsoidal devrelerinde uygulandığının deneysel olarak pekiştirilmesidir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

Açısal sıklığı ω olarak tanımlanan herhangi bir sinüs fonksiyonunun genelleştirilmiş ifadesi

$$A_m \cos(\omega t + \varphi)$$

biçimindedir. Burada A genlik, ω açısal sıklık (frekans), φ faz (evre) değişkenlerini gösterir.

Herhangi bir doğrusal (lineer) elektrik sisteminde sinüsoidal bir giriş uygulanıyor ise sürekli durumda bütün devre elemanlarına ilişkin akım ve gerilimlerin açısal sıklıkları (frekansları) kaynağın sıklığına eşittir. Ancak genlik ve faz (evre) değişebilir. Bu durumdaki sistemlerin analizini yaparken özel bir sunuş biçimi kullanılır ve **fazör** olarak adlandırılır.

Fazörler gösterilirken çıkış noktamız şudur:

$$A_m \cos(\omega t + \varphi) = \text{Re} [e^{j(\omega t + \varphi)}]$$

eşitliğinin fazörü

$$A_m e^{j\varphi}$$

biçimindedir. Başlıca devre elemanlarının fazör gösterimine bakacak olursak:

Sığaçlarda: Sığaçlarda akım - gerilim ilişkisi (tanım bağıntısı)

$$i_C(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt} \quad \text{biçimindedir.}$$

$$v_C(t) = A_m \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{ise}$$

$$\frac{dv_C(t)}{dt} = -\omega A_m \sin(\omega t + \varphi) = -\omega A_m \cos(\omega t + \varphi - 90^\circ)$$

biçimindedir. Bu durumda

$$V_C = A_m e^{j\varphi}$$

$$i_C(t) = -C \omega A_m e^{j(\varphi - 90^\circ)} = (-C \omega A_m e^{j\varphi}) \cdot (e^{-j90^\circ}) = (C \omega A_m e^{j\varphi}) (e^{j90^\circ})$$

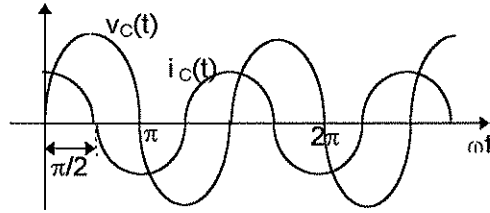
elde edilir. Bu denklemde $e^{j90^\circ} = j$ eşitliği kullanılırsa

$$I_C = j C \omega A_m e^{j\varphi}$$

Eşitliğini elde ederiz. e^{j90° çarpanı 90° lik faz açısını göstermekte ve yukarıdaki bağıntıda j olarak belirtilmektedir. Başka bir deyişle sığaçlarda akım fazı gerilim fazının 90° önündedir. Bu durum basitçe Şekil - 1 'de gösterilmiştir.

$$\text{Empedans : } Z_C = \frac{V_C}{I_C} = \frac{A_m e^{j\varphi}}{j \omega C A_m e^{j\varphi}} = \frac{1}{j \omega C}$$

$$\text{Admittans : } Y_C = \frac{I_C}{V_C} = \frac{j \omega C A_m e^{j\varphi}}{A_m e^{j\varphi}} = j \omega C$$

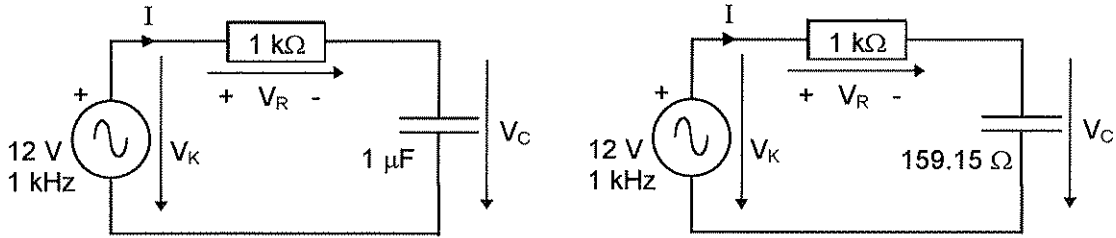


Şekil - 1 : Sürekli sinüsoidal çalışmada bir sığacın akımı ile geriliminin zamanla değişimleri

Aynı yöntemleri endüktans ve dirençlere de uygulayarak, Çizelge - 1 'i oluşturabiliriz :

Çizelge - 1			
	Direnç	İndüktans	Sığaç
Emprdans (Z)	R	$j \omega L$	$1 / j \omega C$
Admittans (Y)	$1 / R$	$1 / j \omega L$	$j \omega C$

Örnek : Fazör uygulamasına örnek olarak Şekil - 2(a) 'daki seri RC devresini ele alalım. Kaynağın sıklığı 1 kHz, etkin değeri 12V, direnç 1 kΩ, sığaç 1μF ise:



Şekil - 2 : Seri RC devresinin çözülmesi

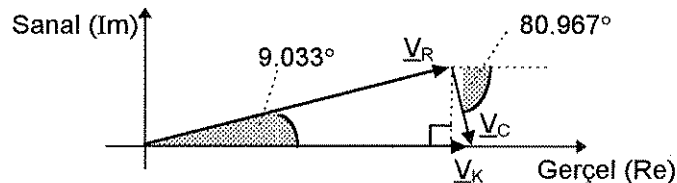
$$I = \frac{12 \text{ V}}{(1000 - j 159.15) \Omega} = \frac{12 \text{ V}}{1012.59 \Omega e^{-j9.042^\circ}} = 11.85 e^{j9.042^\circ} \text{ mA} = (11.70 + j1.86) \text{ mA}$$

$$V_C = I \cdot Z_C = (11.70 + j1.86) \text{ mA} \cdot (-j159.15) \Omega = (0.296019 - j1.862055) \text{ V}$$

$$= 1.88543 \text{ V} e^{-j80.967^\circ}$$

$$V_R = I \cdot R = (11.70 + j1.86) \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = (11.70 + j1.86) \text{ V} = 11.847 \text{ V} e^{9.033^\circ}$$

elde edilir. V_C ile I_C arasındaki faz farkı $-80.96 - 9.042 \cong 90^\circ$ 'dir. Şekil - 3 'te görüldüğü gibi Kirchoff Gerilim Yasası karmaşık (kompleks) düzlemde geçerlidir.

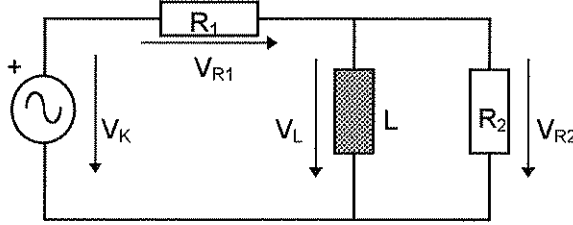


Şekil - 3 : Seri RC devresindeki gerilimlere ilişkin Fazör Diyagramı

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. R-L Devresinin İncelenmesi :

2.1.1. Şekil - 4 'teki devreyi kurunuz. V_K girişinin genliğini 3 V, sıklığını 2 kHz 'e ayarlayınız.



$V_{KT} =$

$R_1 =$

$R_2 =$

$L =$

Şekil - 4 : RL devresine ilişkin deney bağlantı biçimi

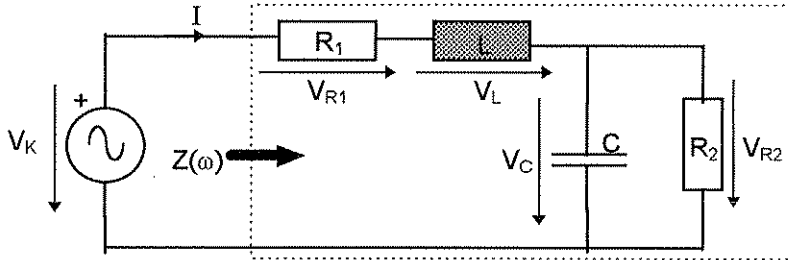
2.1.2. Osiloskobun 1. kanalını V_K kaynağına, 2. girişini de R_1 direnci üzerine bağlayınız. V_{R1} geriliminin genliğini ve fazını ölçünüz.

2.1.3. V_{R2} gerilimi için de aynı işlemi tekrarlayınız. I_{R1} ve I_{R2} 'yi kullanarak I_L akımını hesaplayınız.

2.1.4. V_L ve I_L 'yi karmaşık düzleme çiziniz ve aralarındaki faz (evre) açısını bulunuz.

2.2. R-L-C Devresinin İncelenmesi :

2.2.1. Şekil - 5 'teki devreyi kurunuz. Giriş gerilimin tepe değerini $V_{KT} = 3$ V, sıklığını 2.5 kHz değerlerine ayarlayınız.



$V_{KT} =$

$R_1 =$

$R_2 =$

$L =$

$C =$

Şekil - 5 : RLC Devresine ilişkin deney bağlantı biçimi

2.2.2. Osiloskobu açınız. 1. kanal girişini V_K kaynağına, 2. kanal girişini de R_1 direnci uçlarına bağlayınız. Daha sonra V_{R1} geriliminin genliğini ve V_K ile olan faz farkı açısını ölçünüz.

2.2.3. (2.2.2.) adımımda ölçülen V_R gerilimini karmaşık düzleme çiziniz.

2.2.4. V_L ve V_C gerilimleri için de (2.2.2.) ve (2.2.3.) adımlarını tekrarlayınız.

2.2.5. V_{R1} , V_L ve V_C gerilimlerini karmaşık düzlemde toplayınız ve sonucu V_K ile karşılaştırınız.

3. RAPORDA İSTENENLER :

3.1. Şekil - 4 'teki RL devrsinin bağlantı biçimini çizerek kullanılan eleman değerlerini belirtiniz.

3.2. V_K , V_R ve V_L gerilimlerinin zamanla değişimlerini, milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.

3.3. V_K , V_R , V_L gerilimlerini ve I_{R1} , I_{R2} , I_L akımlarını içeren fazör diyagramını ölçekli olarak çiziniz.

3.4. Şekil - 5 'teki RLC devrsinin bağlantı biçimini çizerek kullanılan eleman değerlerini belirtiniz.

3.2. V_K , V_{R1} , V_L ve V_C gerilimlerinin zamanla değişimlerini, milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.

3.3. V_K , V_{R1} , V_L , V_C gerilimlerini ve I_{R1} , I_{R2} , I_C akımlarını içeren fazör diyagramını ölçekli olarak çiziniz.

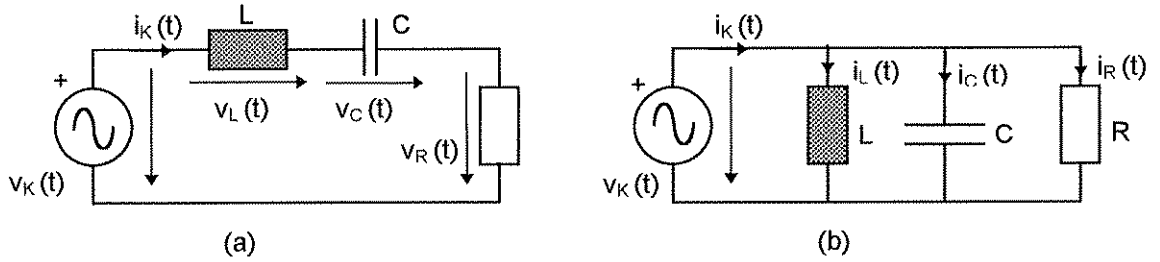
Not : Deneye gelirken, milimetrik kağıt, cetvel ve açölçer getirilmesi gerekmektedir.

Deney Adı : SERİ VE PARALEL REZONANS DEVRELERİ

Amaç: Bu deneyde amaç, değişken akım (AC) devrelerinde Direnç (R) - Sığaç (C) ve İndüktans (L) elemanlarının birlikte kullanılması durumunda ; rezonans olayının, rezonans frekansı (f_0) ile C ve L değerleri arasındaki ilişkinin, elemanların seri ya da paralel bağlanmasının etkisinin, her iki durum için, devrenin toplam empedansının (Z) ve faz açısının (φ) frekansa bağlı olarak değişiminin incelenmesi ve ölçülmesidir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. SERİ VE PARALEL REZONANS : Rezonans devreleri, rezonans olgusunun temel unsurları olan indüktans (L) ve sığaçın (C) birbirleri ile bağlantı biçimlerine göre, **Seri** ve **Paralel Rezonans Devresi** olarak adlandırılırlar. Şekil - 1(a)'da seri, Şekil - 1(b) 'de paralel rezonans devresi gösterilmiştir.



Şekil - 1 : (a) Seri rezonans devresi , (b) Paralel rezonans devresi bağlantı biçimleri

Devre seri de paralel de olsa, devredeki elemanların devreden akan akıma karşı gösterecekleri direnç (empedans : Z), devrenin çalışma frekansına bağlıdır. Devredeki kaynağın frekansına bağlı olarak, R, L ve C elemanlarına ilişkin empedanslar hesaplanırsa ;

$$Z_R = R + j 0 = R$$

$$Z_L = 0 + j X_L = j \omega L = j 2\pi f L$$

$$Z_C = 0 - j X_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \frac{1}{2\pi f C}$$

elde edilir. Bilindiği gibi, AC devrelerde (sadece dirençlerden oluşan devrelerin dışında) gerilim yada akımlar aynı frekanslı olmalarına rağmen farklı faz açılarında sahip olduklarından, ancak **Fazörler** biçiminde toplanabilirler. Yukarıda verilen bağıntılarından da görüleceği gibi, R elemanının akımı ile gerilimi aynı fazda, L elemanının gerilimi akımından 90° ileri fazda, C elemanının ise gerilimi akımından 90° geri fazdadır.

$$\begin{aligned} V_R &= |V_R| e^{j\varphi_R} & \text{ise} \Rightarrow & I_R = |V_R / Z_R| e^{j\varphi_R} \\ V_L &= |V_L| e^{j\varphi_L} & \text{ise} \Rightarrow & I_L = |V_L / Z_L| e^{j\varphi_L - 90^\circ} \\ V_C &= |V_C| e^{j\varphi_C} & \text{ise} \Rightarrow & I_C = |V_C / Z_C| e^{j\varphi_C + 90^\circ} \end{aligned}$$

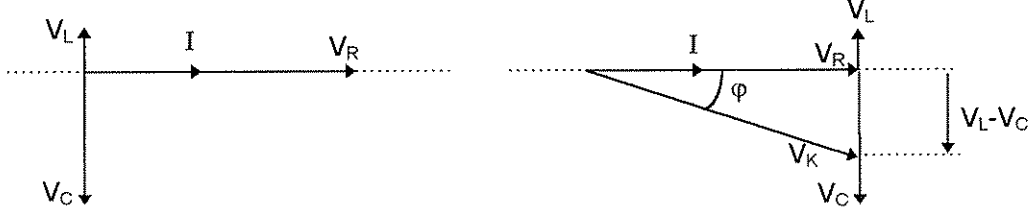
1.2. REZONANS FREKANSI : Her iki rezonans devresi için, rezonans frekansında, kapasitif reaktans (X_C) indüktif reaktansa (X_L) eşit olacağından rezonans frekansı ;

$$f = f_0 \quad \text{için} \quad X_L = X_C \Rightarrow \omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

bağıntısından hesaplanır.

1.3. FAZÖR DİYAGRAMI, EMPEDANS VE FAZ AÇISI :

1.3.1. Seri Rezonans Devresi : Tüm elemanlar seri olduğundan, fazör diyagramının çiziminde tüm elemanlarda ortak olan bu akım ($I = I_K = I_R = I_L = I_C$) referans fazör olarak kullanılmalıdır. Bu bilgiler ışığında, Seri Rezonans Devresinin fazör diyagramı aşağıdaki biçimde çizilebilir :



Şekil - 2 : Seri RLC devresinin (Kapasitif Yük için) fazör diyagramı

Şekil - 1(a) 'da gösterilen seri rezonans devresinde, tüm elemanlar seri olduğundan, kaynak dahil her dört elemanın da akımı aynıdır (I). Verilen eleman yönleri dikkate alınarak Kirchoff 'un gerilim denklemi yazıldığında ;

$$V_K^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2 = I^2 \cdot (R^2 + (X_L - X_C)^2)$$

$$V_K = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = I \cdot Z$$

elde edilir. Burada ; Z, kaynak dışında kalan devrenin toplam empedansdır ve frekansa bağlı olarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

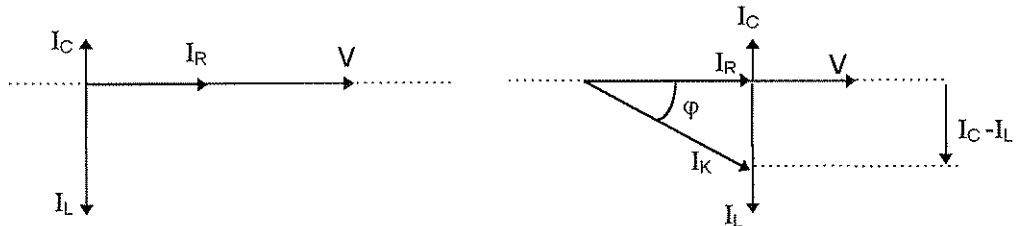
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Şekil - 2 'deki fazör diyagramında, yük açısı olarak tanımlanan ve frekansa bağlı olarak değişen φ açısı ise aşağıdaki bağıntıdan hesaplanabilir.

$$\tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{I \cdot \omega L - I \cdot \frac{1}{\omega C}}{I \cdot R} = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \right)$$

1.3.2. Paralel Rezonans Devresi : Paralel rezonans devresinde, tüm elemanların paralel olduğu nedeniyle, kaynak dahil bütün elemanların gerilimleri eşittir ($V = V_K = V_R = V_L = V_C$). Bu nedenle fazör diyagramının çiziminde gerilim referans olarak kullanılmalıdır.



Şekil - 3 : Paralel RLC devresinin (İndüktif Yük için) fazör diyagramı

Şekil -1(b) 'da gösterilen paralel rezonans devresinde, tüm elemanlar paralel olduğundan, kaynak dahil her dört elemanın da gerilimi aynıdır (V). Verilen eleman yönleri dikkate alınarak Kirchoff 'un akım denklemi yazıldığında ;

$$I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = V^2 \cdot \left(\frac{1}{R^2} + \left(X_C - \frac{1}{X_L} \right)^2 \right)$$

$$I = V \cdot Y$$

elde edilir. Burada ; Y, kaynak dışında kalan devrenin toplam admittansıdır. Empedans ise frekansa bağlı olarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Z = \frac{1}{Y} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right)^2}}$$

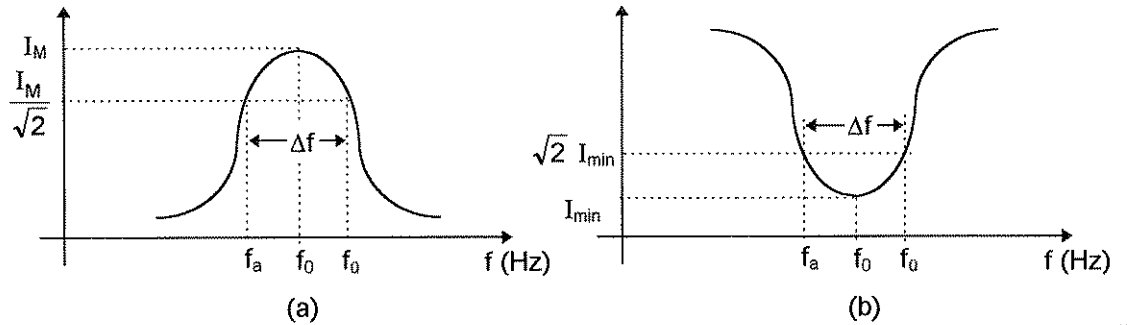
Şekil - 3 'teki fazör diyagramında, yük açısı olarak tanımlanan ve frekansa bağlı olarak değişen φ açısı ise aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir.

$$\text{tg } \varphi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{V \cdot \omega C - \frac{V}{\omega L}}{\frac{V}{R}} = R \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right)$$

$$\varphi = \text{tg}^{-1} \left(R \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right) \right)$$

1.4. BANT GENİŞLİĞİ VE NİTELİK (İYİLİK) KATSAYISI :

1.4.1. Bant Genişliği : Gerek seri ve gerekse paralel rezonans devresinde, rezonans frekansında devrenin bir direnç devresi gibi davrandığından, kaynaktan çekilen akımın, kaynak gerilimi ile aynı fazda olduğundan daha önce söz edilmişti. Ancak bu iki devrenin empedans bağıntıları incelendiğinde, seri rezonans devresinin rezonans anındaki değerinin en küçük, paralel rezonans devresinin ise en büyük değerini aldığı görülecektir. Örneğin seri rezonans devresi için devrenin çalışma frekansı küçük bir değerden artırılarak rezonans değerine yaklaştığında giriş gerilimi (V) sabit kalmasına rağmen giriş akımı (I) büyür. Akım, rezonansa en büyük (I_M) değerini alır ve rezonans sıklığı aşıldıkça tekrar küçülür. Seri rezonans devresinde akımın sıklığa göre değişimi Şekil - 4 (a) 'da verilmiştir.



Şekil - 4 : Seri ve paralel rezonans devrelerinde alt ve üst kesim sıklıkları ve bant genişliği

Birisi rezonans sıklığından küçük, diğeri büyük olmak üzere, akımın $I_M / \sqrt{2}$ değerine eşit olduğu iki sıklık değeri sırasıyla ; **alt kesim sıklığı** (f_a) ve **üst kesim sıklığı** (f_u) olarak adlandırılır. Bu durumda **Bant Genişliği** ;

$$\Delta f = f_u - f_a$$

biçiminde tanımlanır. Aynı kavram, paralel rezonans devresi için de benzer biçimde tanımlanabilir. Ancak paralel rezonans devresinde rezonans sıklığında akım en küçük değerde olacağından (I_{min}), alt ve üst kesim sıklıkları (f_a ve f_u), akımın $\sqrt{2} I_{min}$ değerini aldığı sıklık değerleri olarak belirlenir.

Seri ve Paralel Rezonans Devreleri

1.4.2. Nitelik (iyilik) Katsayısı : I akımının devreye uygulanan sıklığa bağlı olan değişimi, devrenin nitelik (iyilik) katsayısıyla ilişkilidir. Nitelik katsayısı arttıkça sıklığa bağlı olarak daha hızlı şekilde değişim gösterir. Devrenin nitelik katsayısı bant genişliğiyle ters orantılıdır. Bant genişliği küçüldükçe devrenin nitelik katsayısı büyür. Q ile ölçülen **Nitelik Katsayısı ;**

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

bağıntısı ile tanımlanır. Devrede biriken enerjinin bir dönemde harcanan güce oranı olarak da tanımlanan nitelik katsayısı aşağıdaki bağıntı ile de hesaplanabilir.

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R}$$

Rezonans devreleri, frekans seçme özelliklerinden ötürü uygulamada süzgeç (filtre) devrelerinde kullanıldıklarından bu devrelerin önemi büyüktür.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Seri Rezonans Devresi :

2.1.1. Şekil - 1(a) 'daki seri rezonans devresini kurunuz. Fonksiyon üretici ve sayısal voltmetre kullanarak, devrenin girişine etkin değeri $V_{K\text{et}} = 3 \text{ V}$ olan, sinüs biçimli bir gerilim uygulayınız. Osiloskobu kullanarak giriş gerilimini gözleyiniz.

2.1.2. Fonksiyon üreticinin frekansını Çizelge - 1 'e uygun olarak değiştirerek, her frekans için ; $V_{R\text{et}}$, $V_{L\text{et}}$, $V_{C\text{et}}$ ve I_{et} değerlerini ölçünüz ve çizelgeye kaydediniz.

Çizelge - 1

f(Hz)	I_{et} (mA)	$V_{R\text{et}}$ (V)	$V_{L\text{et}}$ (V)	$V_{C\text{et}}$ (V)	Z (Ω)	ϕ ($^\circ$)
100						
200						
500						
1000						
1200						
1500						
2000						
2500						
3000						
3500						
4000						

2.1.3. Devredeki L ve C değerlerini kullanarak, devrenin rezonans frekansını hesaplayınız.

2.1.4. Devreye fonksiyon üretici ile değişik frekanslar uygulayarak devrenin rezonansa geldiği frekansı belirleyiniz. Rezonans frekansını ;

- Osiloskop yardımıyla, V_K ve V_R gerilimlerini ekranda gözleyerek, V_R geriliminin (dolayısıyla I_R akımının) en büyük değer aldığı ve aynı zamanda V_K ve V_R gerilimlerinin aynı fazda olduğu frekansı bularak, ya da
- Devreye seri bir ampermetre bağlayarak, değişik frekanslarda devreden çekilen akımın en büyük etkin değerini aldığı frekansı bularak belirleyebilirsiniz.

2.1.5. Ölçerek bulduğunuz rezonans frekansı değerini (1.3) adımında hesapla bulduğunuz değerle karşılaştırınız.

Hesaplanarak bulunan Rezonans Frekansı :	Ölçülerek bulunan Rezonans Frekansı :
---	--

2.2. Paralel Rezonans Devresi :

- 2.2.1. Şekil - 1(b) 'daki paralel rezonans devresini kurunuz. Fonksiyon üretici ve sayısal voltmetre kullanarak, devrenin girişine etkin değeri $V_{k\text{et}} = 3 \text{ V}$ olan, sinüs biçimli bir gerilim uygulayınız. Osiloskobu kullanarak giriş gerilimini gözleyiniz.
- 2.2.2. Fonksiyon üreticinin frekansını Çizelge - 2 'ye uygun olarak değiştirerek, her frekans için ; $I_{R\text{et}}$, $I_{L\text{et}}$, $I_{C\text{et}}$ ve V_{et} değerlerini ölçünüz ve çizelgeye kaydediniz.

Çizelge - 2

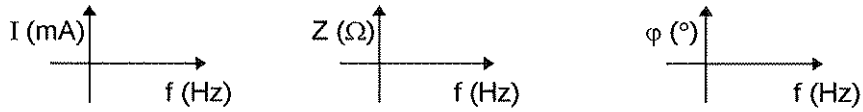
f (Hz)	I_{et} (V)	$I_{R\text{et}}$ (A)	$I_{L\text{et}}$ (A)	$I_{C\text{et}}$ (A)	Z (Ω)	φ ($^\circ$)
100						
200						
500						
1000						
1200						
1500						
2000						
2500						
3000						

- 2.2.3. Devredeki L ve C değerlerini kullanarak, devrenin rezonans frekansını hesaplayınız.
- 2.2.4. Devreye seri bir ampermetre bağlayarak, değişik frekanslarda devreden çekilen akımın en büyük etkin değerini aldığı frekansı belirleyiniz ve (1.3) adımında hesapla bulduğunuz değerle karşılaştırınız.

Hesaplanarak bulunan Rezonans Frekansı :	Ölçülerek bulunan Rezonans Frekansı :
---	--

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Her iki devrenin ayrı ayrı, bağlantı biçimlerini çizin ve ölçüm sonuçlarını yazınız.
- 3.2. Çizelgelerde yer alan Z ve φ sütunlarındaki değerleri hesaplayınız.
- 3.3. Her iki devre için, I (f), Z (f) ve φ (f) değişimlerini ölçekli olarak milimetrik kağıda çizin.



- 3.4. $f = 1 \text{ kHz}$ için, seri rezonans devresinde kullandığınız eleman değerleri ile, I akımının etkin değerini hesaplayarak, ölçümle bulduğunuz değeri karşılaştırınız. Bu frekans için devrenin fazör diyagramını çizerek, devrenin Omik mi, İndüktif mi yoksa kapasitif mi olduğunu belirleyiniz.

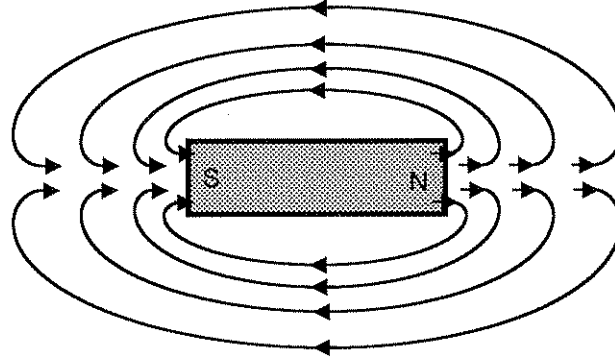
Mıknatıslık (Magnetizma)

Deney Adı : MIKNATISLIK (MAGNETİZMA)

Amaç : Bu deneyde, ilk olarak sürekli mıknatısın, doğru akımla uyarılan bir bobinin ve alternatif akımla uyarılan bir bobinin oluşturduğu magnetik alan gözlenecektir. Daha sonra, bu magnetik alanların fiziksel etkileri üzerinde deneyler yapılacaktır. Sonuç olarak, elde edilen magnetik alanların birbirleri ile karşılaştırılması yapılacaktır.

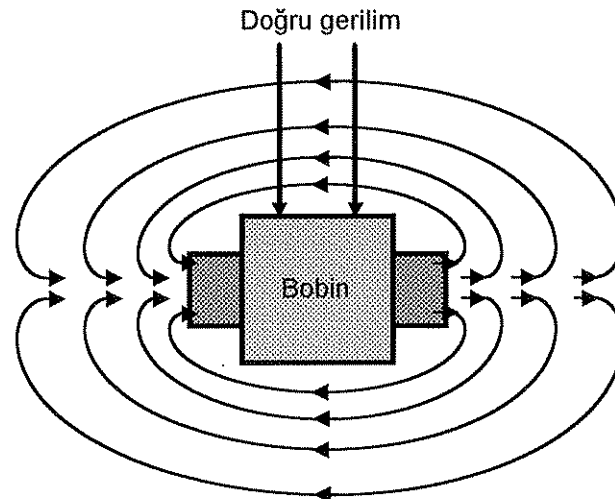
1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

Sürekli mıknatıslar metalurjik yöntemlerle elektronları yönlendirilmiş magnetik malzemelerdir. Bu malzemeler üretildiklerinde magnetik akı kaynağı özelliği taşımazlar. Ancak güçlü bir magnetik alan içerisinde bir süre bırakıldıklarında magnetik akı kaynağı özelliğine sahip olurlar. Buna malzemenin mıknatıslanması denir. Mıknatıslanan bu malzemeler uygun koşullar altında magnetik özelliklerini uzun süre koruyabilmektedirler. Şekil - 1 'de bir sürekli mıknatısın akı dağılımı gösterilmiştir.



Şekil - 1 : Sürekli mıknatısın akı dağılımı

Sürekli mıknatısın sahip olduğu magnetik akı dağılımını gösterebilecek elektromıknatıslarda gerçekleştirilebilir. Elektro mıknatıs demir çekirdeğe sarılmış bir bobinin doğru akımla uyarılmasıyla oluşur. Şekil - 2 'de bir elektromıknatıs ve akı dağılımı gösterilmiştir. Bobine uygulanan doğru gerilimin yönü, elektromıknatısın oluşturacağı magnetik alanın yönünü belirler.



Şekil - 2 : Elektromıknatıs ve akı dağılımı

Mıknatıslık (Magnetizma)

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1.** Deney - 2.1. 'de elde ettiğiniz alan dağılımını (mıknatısla birlikte) çizerek kısaca yorumlayınız.
- 3.2.** Deney - 2.2. 'de elde ettiğiniz alan dağılımını (bobinin biçimi ile birlikte) çizin. Gerilim yönünün değiştirilmesinin etkilerini belirterek kısaca yorumlayınız.
- 3.3.** Deney - 2.3. 'deki gözlemlerinizi kısaca yazınız.
- 3.4.** Deney - 2.4. 'deki gözlemlerinizi kısaca yazınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

- 4.1.** Magnetik akı (ϕ) ve magnetik akı yoğunluğu (B) , ne demektir ? Araştırınız.
- 4.2.** Sürekli mıknatıs ve elektromıknatısların uygulama alanları nelerdir ? Araştırınız.
- 4.3.** Magnetik bakımdan yalıtkanlık ve iletkenlik nedemektir ? Araştırınız.

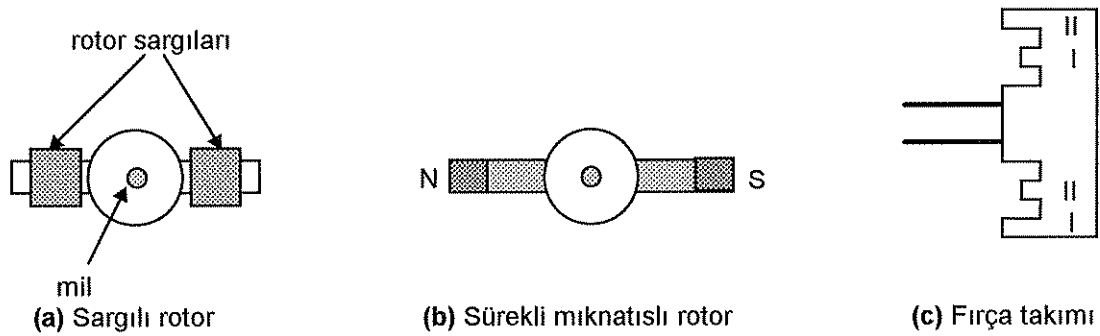
Deney Adı : GENERATÖRLER

Amaç : Bu deneyde amaç, generatörlerin temel yapısının ve çalışma ilkesinin incelenmesi, generatörün dönme yönünün ve hızının etkilerinin incelenmesidir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

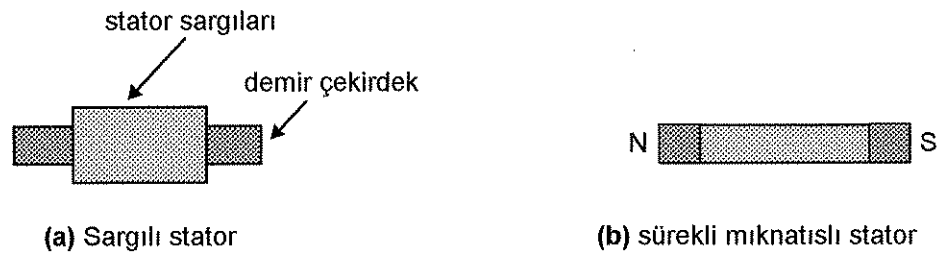
Generatörler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirmeye yarayan elektrik makinalarıdır. Generatörler ürettikleri gerilim biçimlerine ve faz sayılarına göre çeşitli sınıflara ayrılırlar. Generatörler yaygın olarak enerji santrallerinde, ayrıca enerji nakil hattı bulunmayan yerlerde elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılırlar.

Bu deneyde generatörlerin yapıları ve çalışma ilkeleri hakkında, inceleme ve gözlemler yapılacaktır. Bu gözlemler sırasında, çeşitli yapılardaki generatörlerin ürettikleri gerilim biçimleri incelenecek ve bu incelemeler sonucunda, yapılan uygulamayla kuram arasında gerekli bağlantının kurulmasına çalışılacaktır. Deneyde bir generatörün parçalarını içeren prototip bir model kullanılacaktır. Kullanılacak deney setinde sürekli mıknatıslı ve sargılı olmak üzere iki tür **Rotor** (hareketli kısım) kullanılacaktır. Sargılı rotor üzerinde bulunan bakır iletken kaplamalar rotor sargı uçlarıdır. Sargılı rotorun kullanılan deneylerde bu sargı uçlarının dış dünya ile bağlantısını sağlamak için bir fırça takımı kullanılacaktır. Şekil-1' de sargılı rotor, sürekli mıknatıslı rotor ve fırça takımı gösterilmiştir.



Şekil - 1 : Sargılı ve sürekli mıknatıslı rotor türleri ve fırça takımı

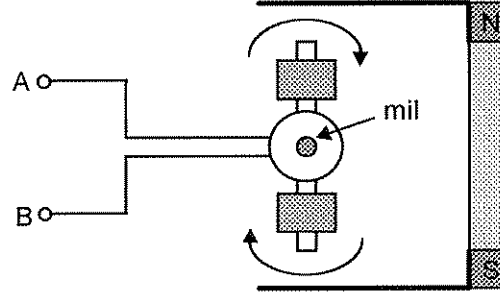
Yapılacak olan deneylerde sargılı ve sürekli mıknatıslı **Stator** (durağan kısım) kullanılacaktır. Şekil-2 de sargılı ve sürekli mıknatıslı stator gösterilmiştir.



Şekil - 2 : Sargılı ve sürekli mıknatıslı stator türleri

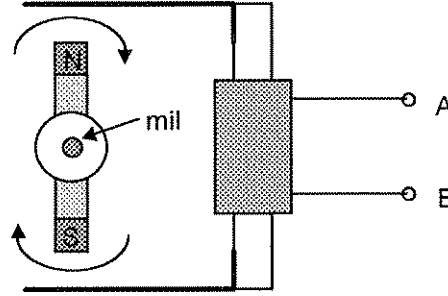
2. DENEYİN YAPILIŞI :

- 2.1. Şekil - 3 'deki devreyi kurunuz. Fırça uçlarını (II , II) konumuna getiriniz. A - B uçlarını osiloskobun birinci kanalına bağlayınız. Çarkı elinizle çevirerek ekranda görülen işareti milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz. Daha sonra çarkın hızını artırınız ve işaretin biçimindeki değişikliği gözleyiniz. Bu işareti de milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.



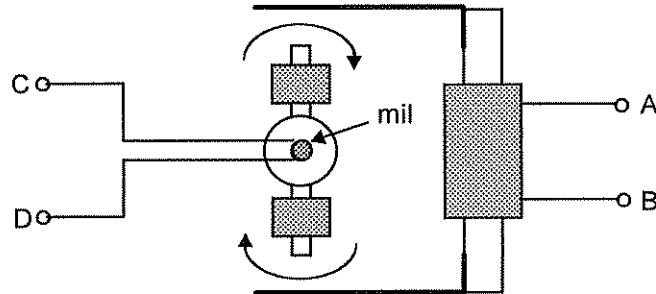
Şekil - 3 : Rotoru sargılı, statoru sürekli mıknatıslı değişken (alternatif) gerilim generatörü.

- 2.2. Şekil - 4 'deki devreyi kurunuz. Bin sarımlı bobini statora yerleştiriniz. A-B uçlarını osiloskobun birinci kanalına bağlayınız. Çarkı çevirerek ekranda gördüğünüz şekli milimetrik kağıda çiziniz. Çarkın dönme hızını artırınız ve ekranda görülen şekli milimetrik kağıda çiziniz.



Şekil - 4 : Rotoru sürekli mıknatıslı, statoru sargılı değişken gerilim generatörü

- 2.3. Şekil - 5 'deki devreyi kurunuz. A - B uçlarını osiloskobun birinci kanalına bağlayınız. Mili çevirmeye başladıktan sonra C - D uçlarına 2V doğru gerilim uygulayınız. Osiloskop ekranında görülen işareti ölçekli olarak milimetrik kağıda çiziniz. Daha sonra C - D uçlarına uyguladığınız gerilimi 5 V 'a çıkarın ve ekranda görülen şekli milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.



Şekil - 5 : Rotordan uyarımlı , statoru sargılı alternatif gerilim generatörü

- 2.4. Şekil - 5 'deki devrede bu kez C - D uçlarını osiloskobun birinci kanalına bağlayınız. Mili çevirmeye başladıktan sonra A - B uçlarına 5 V doğru gerilim uygulayınız. Bu durumda, statoru uyarılmış, rotoru sargılı değişken gerilim generatörü olarak çalışmaktadır. Ekranda görülen şekli milimetrik kağıda ölçekli olarak çiziniz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney - 2.1. 'de elde ettiğiniz gerilim biçimini çiziniz. Gözlemlerinizi yorumlayınız.
- 3.2. Deney - 2.2. 'de değişik hızlar için elde ettiğiniz gerilim biçimini çiziniz. Aralarındaki farkı yorumlayınız.
- 3.3. Deney - 2.3. 'de değişik gerilimler için elde ettiğiniz gerilim biçimini çiziniz. Aralarındaki farkı yorumlayınız.
- 3.4. Deney - 2.4. 'de elde ettiğiniz gerilim biçimini çiziniz. Deney - 2.3. 'de aynı gerilim için elde ettiğiniz gerilim biçimi ile karşılaştırınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

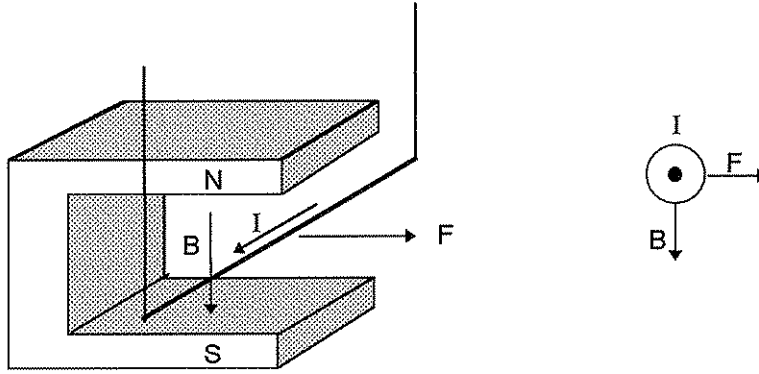
- 4.1. Elektrik makinalarında stator ve rotor ne anlama gelir? Araştırınız.
- 4.2. Akı kaynağı ve akı yolu kavramlarını araştırınız.
- 4.3. Faraday Endüksiyon Yasası nedir? Araştırınız.
- 4.4. Generatörlerin kullanım alanları nelerdir? Araştırınız.

Deney Adı : DOĞRU AKIM MOTORU

Amaç : Tüm elektromekanik düzenekler magnetik kuvvetle çalışırlar. Bu deneyde , elektrik motorlarının aksel hareketini sağlayan magnetik kuvvetin oluşumu ve nelere bağlı olduğu , bu magnetik kuvvet kullanılarak bir doğru akım motorunun nasıl oluşturulduğu ve bunun doğru akım motoru üzerindeki fiziksel etkileri incelenecektir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

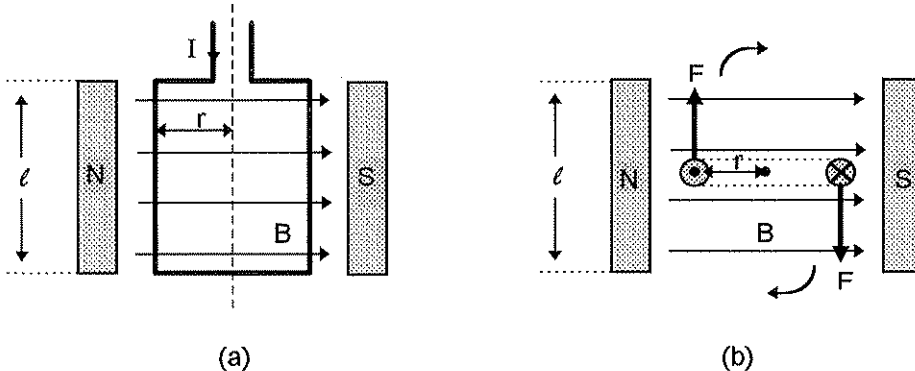
Magnetik alan içerisinde bulunan bir iletkenin akım geçirilirse , bu iletkene bir kuvvet etki eder. Şekil - 1 'de U mıknatısın oluşturduğu magnetik alan içerisine , ℓ uzunluğunda iletken bir tel yerleştirilmiştir. Eğer bu telden I akımı ($J = I / A$ akım yoğunluğu) akıtılırsa B-J düzlemine dik bir kuvvet oluşur.



Şekil - 1 : B magnetik alanı içerisinde, içinden I akımı geçen iletkene etkiyen F kuvveti

Eğer akımın yönü değiştirilirse kuvvetin de yönü değişir. Magnetik alan şiddeti B, iletkenin geçen akım I ve iletkenin uzunluğu ℓ alınırsa , tele etki eden kuvvet $F = (B \times I) \ell$ vektörel çarpım eşitliği ile bulunur. Oluşan kuvvet B vektörü ile I vektörünün oluşturduğu düzleme diktir. Kuvvet iletkenin tüm uzunluğuna etki etmektedir fakat Şekil - 1 'de bu kuvvetin bileşkesi gösterilmiştir.

Şekil - 2 'de basit bir doğru akım motoru gösterilmiştir. Bu doğru akım motorunun durağan kısmı (Stator) iki kutuplu bir sürekli mıknatısın , çerçeve biçimli hareketli kısmı (Rotor ya da Endüvi) ise iletken bir çerçeveden oluşmuştur.

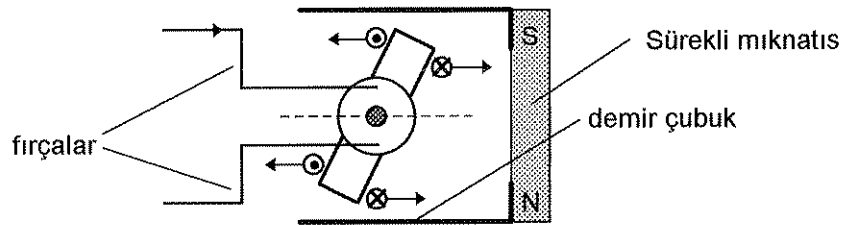


Şekil - 2 : Doğru akım motorunun : (a) üstten görünüşü, (b) önden (eksenel doğrultudan) görünüşü

İletken telden I akımı akıtıldığında , oluşan kuvvetin etkisi ile çerçeve dönmeye başlar. Bu durumda oluşan moment

$$M = 2 F r \sin \phi$$

Burada, ϕ : Çerçeve düzlemi ile B alan çizgileri arasındaki açı, ya da Dönme açısı, r : iki iletken arasındaki uzaklığın yarısı yani dönme hareketinin yarı çapı, F : iletkenlere etkiyen kuvvet 'dir. Çerçeve dik konuma geldiğinde M = 0 olacaktır. Fakat çerçeve eylemsizliğinden (ataletinden) dolayı bu konumu biraz geçer ve tekrar kuvvetin etkisi ile dik konuma geri döner. Dönme hareketinin devam edebilmesi için çerçeve dik konumdayken akımın yönünün değiştirilmesi gerekir. Böylece hareket 180° derece daha devam eder ve akımın yönü tekrar değiştirilir. Bu şekilde dönme hareketinin devamlılığı sağlanır. Doğru akım motorlarında endüvi akımının yönünü değiştirmek için parçalı **Bilezikler** ve **Fırçalar** 'dan oluşan **Komütatör** 'ler kullanılır. Şekil - 3 'te statoru sürekli mıknatıslı, rotoru (endüvisi) sargılı bir doğru akım motoru gösterilmiştir.



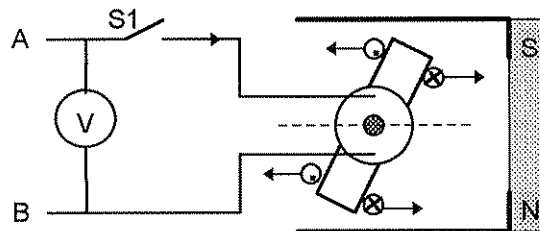
Şekil - 3 : Statoru sürekli mıknatıslı, rotoru sargılı DA motoru

Şekil - 3 'teki düzenek deneyde kullanılacak olan doğru akım motoru düzeneğidir. Düzenek üzerinde 180° derece aralıkla endüvi akımının yönünü değiştirecek fırça ve parçalı bilezikler vardır. İncelenecek olursa mile eksenel yönde hareket yaptıracak sürekli bir moment oluşmaktadır. Bileşke momentin sıfır olduğu 90° ve 180° derece konumlarında ise hareketli kısmın eylemsizlik momenti sayesinde hareket devam etmektedir.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Statoru Sürekli Mıknatıslı, Rotoru Sargılı DA Motoru :

2.1.1. Şekil - 4 'teki devreyi kurunuz.

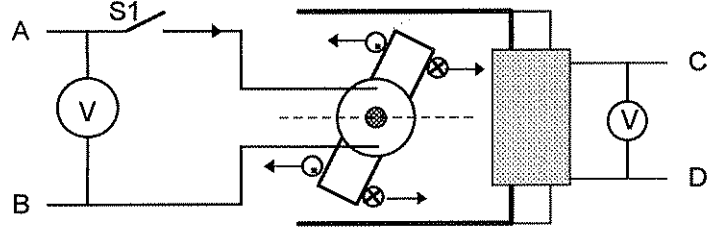


Şekil - 4 : Statoru sürekli mıknatıslı, rotoru sargılı DA motoru deney bağlantı biçimi

2.1.2. A-B uçlarına 10 V doğru gerilim uygulayın. Daha sonra gerilimi 7 V indirin ve motorun hareketini gözleyin. Sonra tekrar gerilimi 10 V yapın ve hareketi gözleyin.

2.2. Statoru ve Rotoru Sargılı DA Motoru :

2.2.1. Şekil - 5 'deki devreyi kurun. Bu sefer statora mıknatıs yerine bobin konulmuştur.

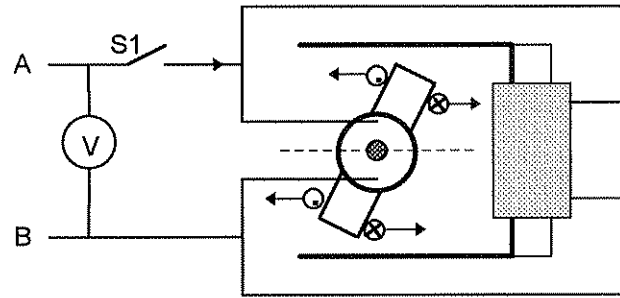


Şekil - 5 : Hem statoru hem de rotoru sargılı DA motoru deney bağlantı biçimi

2.2.2. A - B ve C - D uçlarına 10 V doğru gerilim uygulayınız. Bundan sonra C - D gerilimini sabit tutarak , A - B gerilimini değiştiriniz ve hareketteki değişimleri gözleyiniz. Daha sonra da A - B gerilimini sabit tutarak C - D gerilimini değiştiriniz ve hareketteki değişimleri gözleyiniz.

2.3. Stator ve Rotor Sargılarının Paralel Bağlanması (Şönt Uyarımlı DA Motoru) :

2.3.1. Şekil - 6 'daki devreyi kurun.



Şekil - 6 : Şönt Uyarımlı DA Motoru deney bağlantı biçimi

2.3.2. A - B uçlarına 10 V doğru gerilim uygulayın ve motorun hareketini gözleyin. Gerilimi azaltın ve hareketteki değişimi gözleyin.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Şekil - 4 , 5 ve 6 'daki devreleri çizerek çalışmalarını kısaca anlatınız.
- 3.2. Deneyde incelediğiniz üç tür doğru akım motoru arasındaki farklılıklar nelerdir ?
- 3.3. Doğru akım motorunda rotor hızı ile motora uygulanan gerilim arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.
- 3.4. Motorun ürettiği momentin, rotor konumu ile ilişkisini yorumlayınız.
- 3.5. Motora gerilimin ilk uygulandığı andaki rotor konumunun, motorun yol almasına etkisi varmıdır? Kısaca açıklayınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

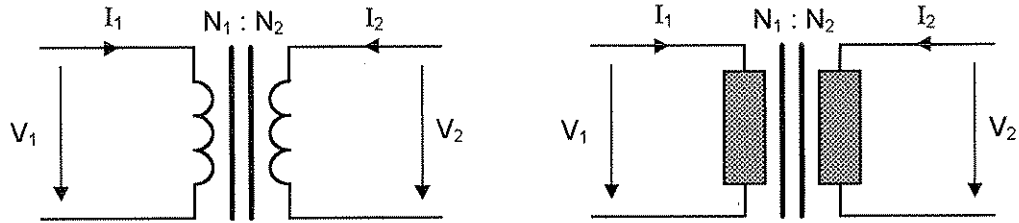
- 4.1. Magnetik alan , magnetik kuvvet ve elektromekanik hareket ne demektir. Araştırınız.
- 4.2. Bir doğru akım motorunun hangi bölümlerden oluştuğunu araştırınız.
- 4.3. Faraday İndüksiyon Yasası nedir. Araştırınız.

Deney Adı : TRANSFORMATÖRLER

Amaç : Bu deneyde transformatörlerin yapısı, çalışma ilkeleri ve kullanım amaçları incelenecektir. İncelemeler sırasında, transformatörün dönüştürme oranı, oto transformatör kavramları üzerinde durulacaktır.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

Transformatörler genel olarak, kapalı bir demir çekirdeğe sarılı, sargılardan oluşurlar. Bunlardan giriş sargısına **birincil** (primer) , çıkış sargısına ise, **ikincil** (sekonder) adı verilir. Transformatörler değişken gerilimin genliğini yükseltmekte veya azaltmakta kullanılırlar. Transformatörler faz sayısı ve yapılarına göre çeşitli türlerde üretilirler. Şekil - 1 'de gösterilen transformatörü ele alalım.

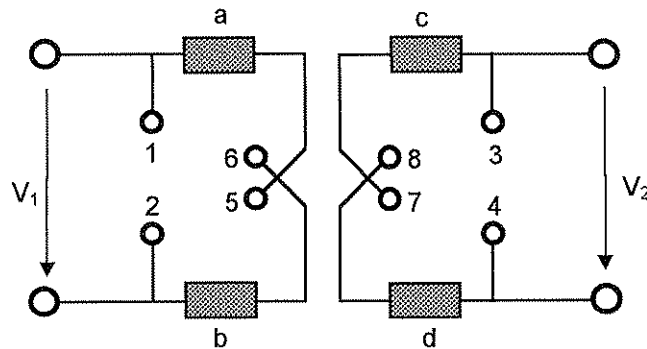


Şekil - 1 : Demir çekirdekli bir transformatörün simgesel gösterimi

Şekil - 1 'deki transformatör N_1 sarımlı birincil sargı , N_2 sarımlı ikincil sargı ve demir çekirdekten meydana gelmiştir. Transformatörler için aşağıdaki eşitlikler yazılabilir.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad , \quad \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad , \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Transformatörlerde bu oranına; **Dönüştürme Oranı** adı verilir. Deneyde kullanılacak transformatörün sargı bağlantıları Şekil - 2 'de gösterilmiştir.



Şekil - 2 : Deneyde kullanılacak transformatörün sargı bağlantıları

Şekil - 2 'deki transformatördeki a, b, c, d sargılarından herbiri 150 sarımlıdır. Uç bağlantılarını değiştirilerek bu sargılar 150 ve 300 sarım olacak şekilde kullanılabilir. Kullanılacak bu transformatör için en yüksek giriş gerilimi 20 V (Etkin), en yüksek çıkış akımı 1.5 A (Etkin) dir.

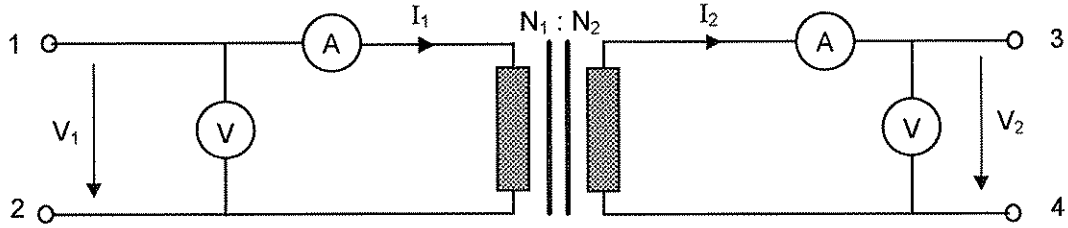
Transformatörler

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Dönüştürme Oranının Ölçülmesi :

2.1.1. Elinizdeki transformatörü kullanarak $N_1 = 150$ sarım , $N_2 = 300$ sarım olacak biçimde Şekil - 3 'deki devreyi kurunuz.

2.1.2. Birincil yana (girişe) Çizelge -1 'de verilen giriş gerilimlerini uygulayarak çıkış gerilimlerini ölçünüz. Dönüştürme oranının $N_1.V_2 = N_2.V_1$ olduğunu gösteriniz.



Şekil - 3 : Deneysel Bağlantı Biçimi

Çizelge - 1

V_1 (V)	V_2 (V)	Çevirme Oranı
2.0		
4.0		
6.0		
8.0		
10.0		
12.0		

2.2. Şekil-3 'deki devre üzerinde 5-6, 3-8 ve 4-7 uçlarını kısa devre ediniz. Bu durumda, $N_1= 300$ sarım $N_2=150$ sarım, olacaktır. Çizelge - 2 'de verilen giriş gerilimleri için, çıkış gerilimlerini ölçünüz. Dönüştürme oranının sağlandığını gösteriniz.

Çizelge - 2

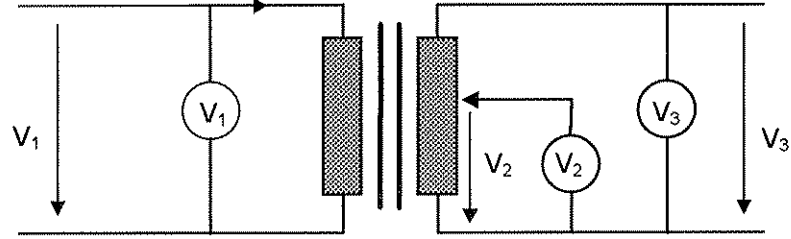
V_1 (V)	V_2 (V)	Çevirme Oranı
2.0		
4.0		
6.0		
8.0		
10.0		
12.0		

2.3. Şekil-4 'deki devrede 3-4 uçlarına deney setinizde bulunan direnci bağlayınız. 5-6, 3-8 ve 4-7 uçlarını kısa devre ediniz. Bu durumda, $N_1= 300$ sarım $N_2= 150$ sarım, olacaktır. Çizelge - 3 'te verilen I_2 akım değerleri için I_1 akımını ölçünüz. Dönüştürme oranının $N_1 I_1 = N_2 I_2$ olduğunu gösteriniz.

Çizelge - 3

V_1 (V)	I_2 (A)	I_1 (A)
10.0	0.1	
10.0	0.2	
10.0	0.4	
10.0	0.6	
10.0	0.8	
10.0	1.0	

2.4. Şekil-4 'deki devreyi kurunuz. Çizelge - 4 'te istenen ölçümleri yapınız.

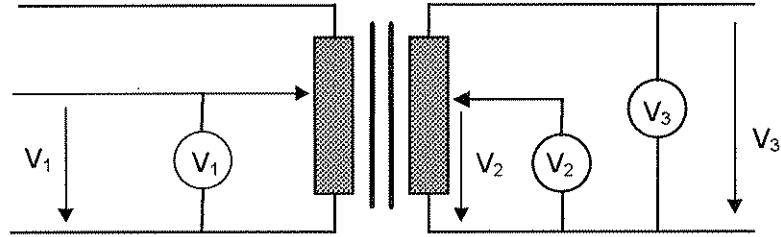


Şekil - 4 : Ayarlı transformatör (Oto transformatör , Variac)

Çizelge - 4

V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)
2.0		
4.0		
6.0		
8.0		
10.0		
12.0		

2.5. Şekil-5 'deki devreyi kurunuz. Çizelge - 5 'de istenilen değerleri ölçünüz.



Şekil - 5 : Deney 2.5. için Bağlantı biçimi

Çizelge - 5

V_1 (V)	V_2 (V)	V_3 (V)
2.0		
4.0		
6.0		
8.0		
10.0		
12.0		

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney 2.1. 'deki bağlantı biçimini ve ölçüm sonuçlarını veiniz.
- 3.2. Deney 2.2. 'de elde ettiğiniz ölçüm sonuçlarını vererek yorumlayınız.
- 3.3. Deney 2.3. 'de elde ettiğiniz ölçüm sonuçlarını vererek yorumlayınız.
- 3.4. Deney 2.4. 'deki bağlantı biçimini ve ölçüm sonuçlarını veiniz.
- 3.5. Deney 2.5. 'deki bağlantı biçimini ve ölçüm sonuçlarını veiniz.

4. HAZIRLIK SORULARI :

- 4.1. Transformatörlerin kullanım amacı ve alanları nelerdir? Araştırınız.
- 4.2. Magnetik bakımdan iletkenlik ne demektir? Araştırınız.
- 4.3. Magnetik akı kaynağı ne demektir? Araştırınız.
- 4.4. Faraday Endüksiyon Yasası nedir? Araştırınız.

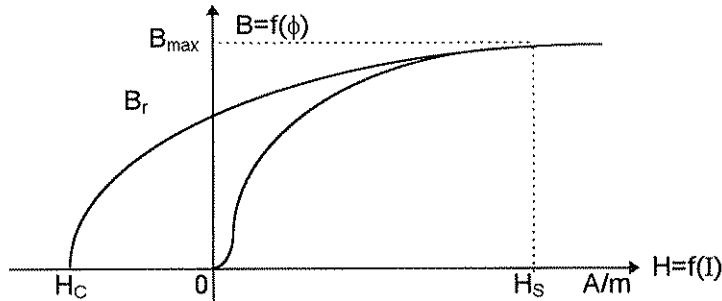
Deney Adı : HİSTERESİS (B - H) EĞRİSİ VE KALICI MIKNATISLIK

Amaç : Ferromagnetik malzemelerde magnetik alan şiddeti (H) ile , magnetik akı yoğunluğu (B) arasındaki ilişki doğrusal olmayıp malzemeye özgü bir fonksiyonla belirlenmektedir. Bu deneyde bir transformatördeki demir çekirdeğin B-H eğrisi elde edilecek ve bu eğri üzerindeki önemli magnetik kavramlar incelenecektir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. TEMEL MAGNETİK KAVRAMLAR : Şekil - 1 'de bir ferromagnetik malzeme için B-H eğrisinin , mıknatıslama (magnetization) ve mıknatıslığı kaldırma (demagnetization) bölümleri gösterilmiştir. B-H eğrisinin birinci bölgesinde kalan kısmı **Mıknatıslama Eğrisi** olarak adlandırılır. Şekilden de görüldüğü gibi bu bölgede B ile H arasındaki ilişki doğrusal değildir. H_S değerinden sonra magnetik akı yoğunluğu B değişim göstermeyip sabit bir değerde kalmaktadır. Bu şu anlama gelir. Kullanılan bu malzemenin üzerinde oluşturulabilecek en büyük akı yoğunluğu B_{max} 'dır. H_S ise malzemenin **Doyma Noktası** olarak adlandırılır.

Eğer H, H_S değerine kadar artırıldıktan sonra tekrar azaltılmaya başlanırsa şekilden de görüldüğü gibi eğri farklı bir farklı bir yol izleyerek geriye döner. Dikkat edilecek olursa $H = 0$ için $B = B_r$ değerini alır . Malzeme üzerindeki magnetik alan şiddetinin değeri sıfır olduğu halde malzeme üzerinde B_r değerinde bir akı yoğunluğu değeri vardır. Bu B_r değerine **Kalıcı Mıknatıslık** (Remanence) adı verilir.



μ_0 = Boşluğun bağıl geçirgenliği
 μ_r = Malzemenin bağıl geçirgenliği
 B_r = Kalıcı mıknatıslık
 H_c = Koersif kuvvet
 H_S = Doyma alan şiddeti

Şekil - 1 : Ferromagnetik bir malzemede mıknatıslama (B - H) eğrisi

Eğri ikinci bölgeye geçtikten sonra B azalmakta ve H_c değerinde $B = 0$ olmaktadır. Yani akı yoğunluğu ortadan kalkar. Eğrinin bu bölümü **Mıknatıslığı Kaldırma** (demagnetization) **Eğrisi** olarak adlandırılır. Akı yoğunluğunun sıfır değerine ulaştığı alan şiddeti değerine **Koersif Kuvvet** (Coersivity) adı verilir.

1.2. DEMİR ÇEKİRDEKTEKİ MAGNETİK AKI YOĞUNLUĞUNUN HESAPLANMASI : Şekil - 2 'deki transformatörün ikincil (sekonder) yanındaki V_2 gerilimi, magnetik akı yoğunluğunun (B) fonksiyonu olarak ;

$$V_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt} = N_2 A \frac{dB}{dt}$$

biçiminde yazılabilir. Burada, N_2 : transformatörün ikincil yan sarım sayısı, Φ : çekirdekte dolaşan magnetik akı, A : çekirdeğin kesit alanı 'dır.

Histeresiz (B - H) Eğrisi ve Kalıcı Mıknatıslık

R_Y direncinin empedansının, C sığacının empedansından çok büyük olduğu düşünülürse,

$$V_2 = R_Y I_2$$

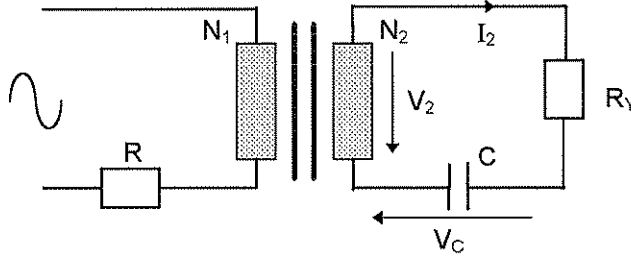
olacaktır. Bu eşitlikten I_2 çekilerek önceki eşitlikte yerine koyulursa ;

$$I_2 = \frac{N_2 A}{R_Y} \frac{dB}{dt} = K \frac{dB}{dt}$$

elde edilir. Burada $K = \frac{N_2 A}{R_Y}$ dir. C sığacının uçlarındaki gerilim,

$$V_C(t) = \frac{1}{C} \int I_2(t) dt = \frac{1}{C} \int K \frac{dB}{dt} dt = K' B$$

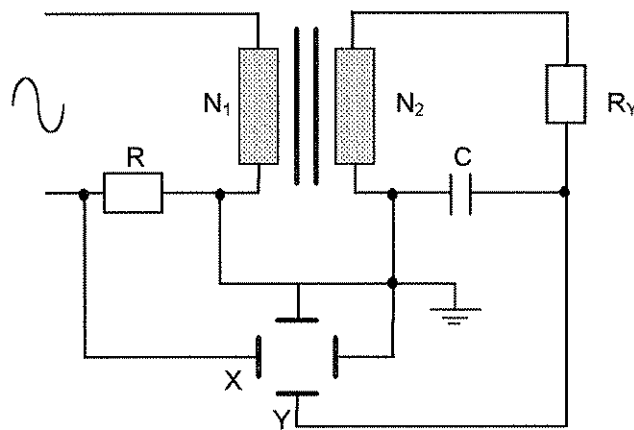
olarak elde edilir. Bu denklemden $K' = \frac{1}{C} K = \frac{N_2 A}{C R_Y}$ dir.



Şekil - 2 : Demir çekirdekteki akı yoğunluğunun ölçümünde kullanılan düzenek

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Şekil - 3 'deki devre düzeneğini kurunuz. R direnci uçlarındaki V_R gerilimini osiloskobun X kanalına, C sığacı uçlarındaki V_C gerilimini de Y kanalına bağlayınız. Osiloskobu X - Y çalışma moduna getirerek ekranda histeres eğrisini elde ediniz.



$R_Y =$

$R =$

$C =$

Şekil - 2 : Deneysel bağlantı biçimi

2.2. R_Y direncini değiştirerek, histeres eğrisinde oluşturduğu değişiklikleri gözleyiniz.

2.3. Demir çekirdek üzerindeki akı yoğunluğu (B) değerini bulunuz.

2.4. Bu demir çekirdeğin bağıl magnetik geçirgenliğini (μ_r) hesaplayınız.

Histeresiz (B - H) Eğrisi ve Kalıcı Mıknatıslık

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney bağlantı biçimini çizerek çalışmasını kısaca açıklayınız.
- 3.2. Osiloskop ekranında elde ettiğiniz B - H eğrilerini ayrı ayrı çizerek açıklayınız.
- 3.3. Her bir R_Y direnci için demir çekirdekte oluşan akı yoğunluğunu (B) hesaplayınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

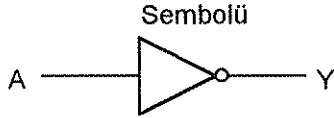
- 4.1. Magnetik düzeneklerde tanımlanan ϕ , B , H , μ_0 , μ_r terimleri ne demektir ? Araştırınız.
- 4.2. Kalıcı mıknatıslık ve magnetik doyma ne demektir ? Araştırınız.
- 4.3. Mıknatıslama ve mıknatıslığı kaldırma ne demektir ? Araştırınız.

Deneyin Adı : TEMEL MANTIK KAPILARI

Amaç : Bu deneyde ilk olarak, VE (AND) , VEYA (OR) , VE DEĞİL (NAND), VEYA DEĞİL (NOR) ve DEĞİL (NOT) mantık kapılarının işlevlerinin anlaşılabilmesi için, bu kapıların doğruluk çizelgeleri gerçekleştirilecektir. Daha sonra da , iki girişli mantık kapıları kullanılarak çok girişli mantık kapıların elde edilmesi üzerinde durulacaktır.

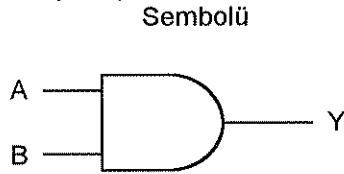
1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

Aşağıda sırasıyla DEĞİL, VE, VEYA, VE DEĞİL, VEYA DEĞİL kapılarının simgesel gösterimi ve doğruluk çizelgeleri verilmiştir.

1.1. DEĞİL (NOT) KAPISI :

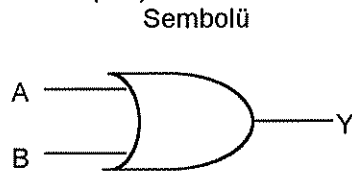
Doğruluk Çizelgesi

A	Y
0	1
1	0

1.2. VE (AND) KAPISI :

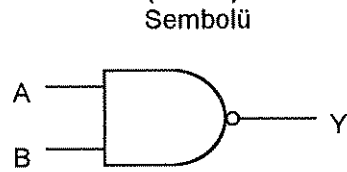
Doğruluk Çizelgesi

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

1.3. VEYA (OR) KAPISI :

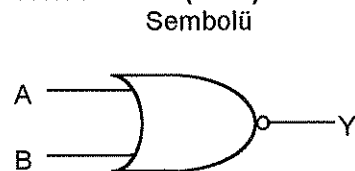
Doğruluk Çizelgesi

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

1.4. VE DEĞİL (NAND) KAPISI :

Doğruluk Çizelgesi

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

1.5. VEYA DEĞİL (NOR) KAPISI :

Doğruluk Çizelgesi

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Temel Mantık Kapıları

2. DENEYİN YAPILIŞI :

- 2.1. 7400, 7402, 7404, 7408 ve 7432 tümdevrelerini kullanarak, yukarıda gösterilen temel mantık kapılarının doğruluk çizelgelerini gerçekleyiniz.
- 2.2. İki girişli **VE** kapıları kullanarak üç girişli **VE** kapısı oluşturunuz ve doğruluk çizelgesini gerçekleyiniz.
- 2.3. **VEYA DEĞİL** kapısı kullanarak , **DEĞİL** kapısını oluşturunuz ve doğruluk çizelgesini gerçekleyiniz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney 2.2. ve Deney 2.3. 'te oluşturduğunuz devrelerin şeklini çizin ve doğruluk çizelgelerini yazınız.
- 3.2. İki girişli **VEYA** kapıları kullanarak ,dört girişli **VEYA** kapısı tasarlayınız.
- 3.3. **VE DEĞİL** kapısı kullanarak, **DEĞİL** kapısı tasarlayınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

Deneyde kullanılacak **VE,VEYA , VE DEĞİL , VEYA DEĞİL** kapılarının tümü iki girişli kapılardır. Deneye gelmeden önce ,

- 4.1. İki girişli **VE** kapıları kullanılarak , üç girişli **VE** kapısının,
- 4.2. İki girişli **VEYA DEĞİL** kapıları kullanılarak , **DEĞİL** kapısının nasıl oluşturulacağını tasarlayınız.

Deneyin Adı : DE MORGAN YASALARI VE UYGULAMALARI

Amaç : Bu deneyde De Morgan yasaları olarak bilinen mantıksal eşitliklerin doğruluğu , bu yasalar kullanılarak , bir mantık kapısından , kendi türünün dışında bir mantık kapısının nasıl elde edilebileceği ve ayrıcalıklı mantık kapısı incelenecektir.

1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. DE MORGAN YASALARI :

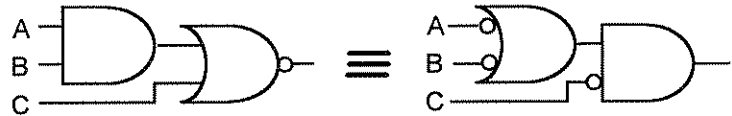
$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$



$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

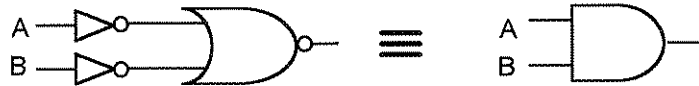


$$\overline{(\overline{A \cdot B} + C)} = (\overline{A} + \overline{B}) \cdot \overline{C}$$



1.2. DE MORGAN YASALARI'NDAN YARALANILARAK VEYA-DEĞİL(NOR) KAPISI KULLANARAK VE (AND) KAPISININ ELDE EDİLİŞİ :

$$\overline{\overline{A + B}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A \cdot B$$



1.3. AYRICALIKLI VEYA (EXCLUSIVE OR) KAPISI :

Mantıksal tasarımda önemli unsurlardan biri, en az donanım kullanarak tasarımın gerçekleştirilmesidir. Bunun için yazılım ve donanım boyutunda uygulanabilecek yöntemler vardır. Ayrıcalıklı mantık kapıları donanım boyutunda donanımı indirgeyebilecek elemanlardır. AYRICALIKLI VEYA kapısının simgesel gösterimi aşağıdaki gibidir.



2. DENEYİN YAPILIŞI :

- 2.1. Tümdevre çizelgesindeki tümdevrelerden yararlanarak De Morgan Yasaları 'nı gerçekleyiniz.
- 2.2. VEYA DEĞİL kapısı kullanarak VE işlevini gerçekleyiniz.
VE DEĞİL kapısı kullanarak VEYA işlevini gerçekleyiniz.
- 2.3. AYRICALIKLI VEYA kapısının doğruluk çizelgesini gerçekleyiniz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deney 1-2-3 ' te elde ettiğiniz sonuçları raporunuza yazınız.
- 3.2. VE DEĞİL kapıları kullanarak AYRICALIKLI VEYA kapısı gerçekleyiniz.
- 3.3. VEYA DEĞİL kapıları kullanarak AYRICALIKLI VEYA kapısı gerçekleyiniz.

4. HAZIRLIK SORULARI :

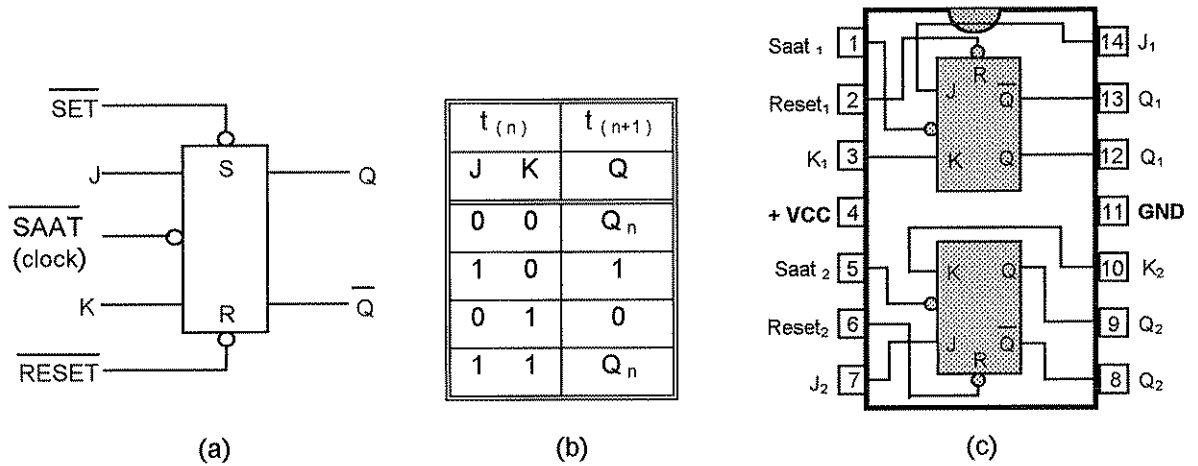
- 4.1. VEYA DEĞİL kapısı kullanarak VE işlevini gerçekleyiniz.
VE DEĞİL kapısı kullanarak VEYA işlevini gerçekleyiniz.
- 4.2. Temel mantık kapılarını kullanarak AYRICALIKLI VEYA kapısı gerçekleyiniz.

Deney Adı : SAYICILAR

Amaç : Bu deneyde amaç, fiziksel olaylardaki değişim ve geçişleri saymak amacıyla kullanılan sayıcıların tanıtılması, değişik türlerinin (senkron ve asenkron) yapısal özelliklerinin deneysel olarak incelenmesi ve gerçekleştirilmesidir.

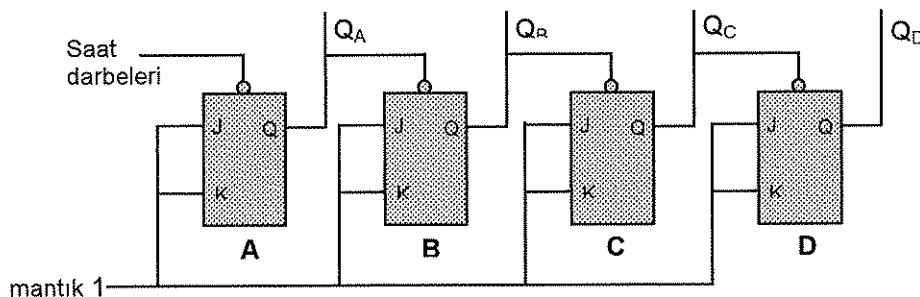
1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

1.1. ASENKRON SAYICILAR : Bu tür sayıcılarda her Flip Flop (FF) 'un saat darbesi birbirinden farklıdır. Her bir FF 'un saat darbesini bir önceki FF 'un çıkışı belirler. Bu deneyde mantık (lojik) devrelerinde sıkça kullanılan 4 bit 'lik 16 'ya sayıcı devre gerçekleştirilecektir. Bilindiği gibi, bir sayıcıda kullanılan FF sayısı n ise, en çok 2^n tane durum sayılabileceğinden, bu devrede 4 adet FF kullanılacaktır. Kullanılacak devre elemanı, TTL ailesinden, içinde iki adet J-K FF 'u bulunduran 7473 ya da 7476 tümleşik devresidir. J-K FF 'unun gösterimi, doğruluk çizelgesi ve 7473 tümleşik devresinin uç bağlantıları Şekil - 1 'de verilmiştir.



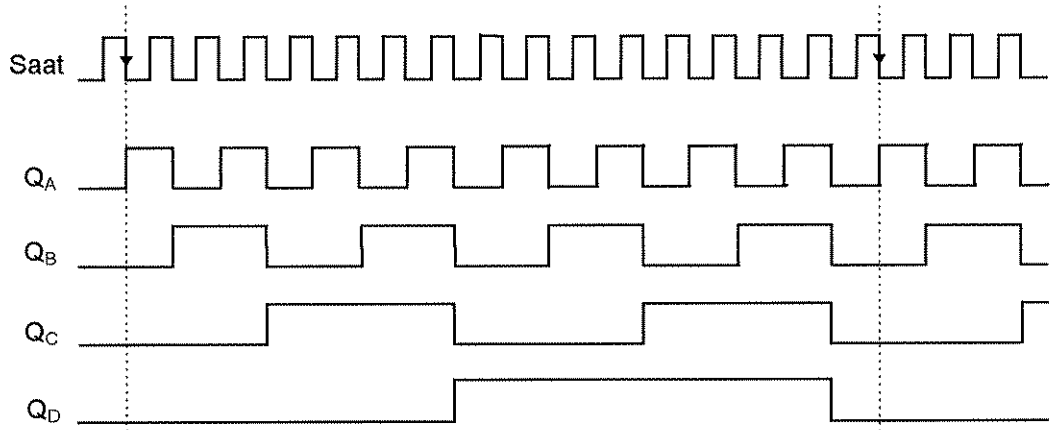
Şekil - 1 : J - K FF 'unun simgesel gösterimi, Doğruluk çizelgesi, 7473 tümleşik devresinin uç bağlantıları

7473 J-K FF 'u düşen kenar tetiklemeye sahiptir, yani ; saat darbesi "1" düzeyinden "0" düzeyine düşerken J-K FF 'unun çıkışı konum değiştirir. Buna göre 16 'lık bir asenkron sayıcının mantık devresi Şekil - 2 'deki gibi olacaktır. Sayıcıda her hangi bir katın (FF'un) Q çıkışı, bir sonraki katın saat girişine bağlıdır. J = K = 1 (mantık 1) düzeyinde tutulduğunda J-K FF 'unun çıkışı, Q saat darbelerinin düşen kenarında, doğruluk çizelgesinde belirtildiği gibi, bir önceki çıkışın tersi olacaktır. Şekil - 3 'de ise, 4 bitlik sayıcının saat darbeleri ve flip-flopların çıkışlarının dalga biçimleri gösterilmiştir.



Şekil - 2 : 16 'lık bir asenkron sayıcının mantık devresi

Sayıcılar



Şekil - 3 : Saat girişi ve FF 'ların çıkışlarının zamanla değişimleri

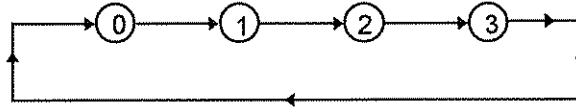
1.2. SENKRON SAYICILAR : Bu tür sayıcılarda tüm FF 'ların saat darbeleri birbirinin aynıdır. Sayıcı her hangi bir sayma sırasına göre tasarlanabilir. Tasarlanacak sayıcıya göre FF 'un J-K girişlerini , önceki katların çıkışları ve "mantık 0" veya "mantık 1" girişleri belirler. J-K FF 'un doğruluk çizelgesinden yararlanarak, FF 'ların Q_n 'den Q_{n+1} 'e geçmesi için J ve K girişlerinin alması gereken değerler Çizelge - 1 'de verilmiştir.

Çizelge - 1 : (d : dileksel durum)

Q_n	Q_{n+1}	J	K
0	0	0	d
0	1	1	d
1	0	d	1
1	1	d	0

Sayıcı Tasarımı : Örnek olarak 4 'e sayıcı seçilmiştir. 4 dırım olduğundan 2 adet FF gereklidir. Sayıcı tasarımı için izlenecek yol aşağıda adımlarla verilmiştir :

- İstenilen sayma sırasından durum çizgesine geçilir. Örneğin sayma sırası 0 - 1 - 2 - 3 olsun. Geçerli olan durum çizgesi Şekil - 4 'te verilmiştir.



Şekil - 4 : Durum çizgesi

- Durum çizgesinden durum çizelgesi elde edilir. n ve n+1 ardarda gelen durumları belirtir. Bu örneğe ilişkin durum çizelgesi Çizelge - 2 'de verilmiştir.
- Durum çizelgesindeki sıraya göre FF çıkışlarının alacağı konumları gösteren durum geçiş çizelgesi kurulur. Durm geçiş çizelgesi de Çizelge - 3 'te gösterilmiştir.

Çizelge - 2 : Durum çizelgesi

q_n	q_{n+1}
0	1
1	2
2	3
3	0

Çizelge - 3 : Durum geçiş çizelgesi

$(q_1 q_0)_n$	$(q_1 q_0)_{n+1}$
0 0	0 1
0 1	1 0
1 0	1 1
1 1	0 0

- FF 'ların uygun çıkışı vermesi için girişlerine uygulanacak işlevler elde edilir. Bunun için, önce Çizelge - 1 'den yararlanılarak, istenilen sayma değerine uygun doğruluk çizelgesi Çizelge - 4 'te belirtildiği gibi oluşturulur.

Çizelge - 4 : İstenen sayma değerine uygun doğruluk çizelgesi

$(q_0)_n$	$(q_0)_{n+1}$	J_0	K_0
0	1	1	d
1	0	d	1
0	1	1	d
1	0	d	1

$(q_1)_n$	$(q_1)_{n+1}$	J_1	K_1
0	0	0	d
0	1	1	d
1	1	d	1
1	0	d	1

- Daha sonra, bu çizelgeden Karnaugh çizelgesine geçilir. Bunun için $(q_0)_n$ ve $(q_1)_n$ arasındaki ilişkinin sağlanması yeterli olacaktır,

$$(q_0)_n = q_0 \text{ ve } (q_1)_n = q_1$$

alınarak J_0 , K_0 , J_1 , K_1 için Çizelge - 5 'te verilen Karnaugh çizelgeleri elde edilir.

Çizelge - 5 : J_0 , K_0 , J_1 ve K_1 için Karnaugh çizelgeleri

J_0		q_0	
q_1		0	1
0	1	d	
1	1	d	

K_0		q_0	
q_1		0	1
0		d	1
1	1	d	1

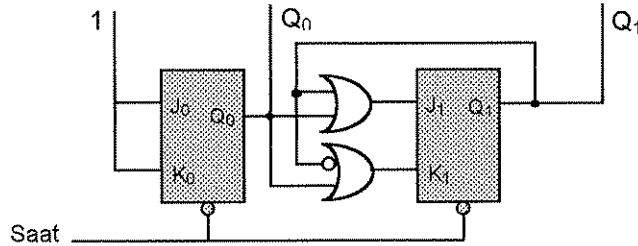
J_1		q_0	
q_1		0	1
0		0	1
1		d	d

K_1		q_0	
q_1		0	1
0		d	d
1	0	1	

Her bir Karnaugh diyagramının ayrı ayrı değerlendirilirse ;

$$J_0 = 1 \quad , \quad K_0 = 1 \quad , \quad J_1 = q_0 + q_1 \quad , \quad K_1 = \bar{q}_1 + q_0$$

elde edilir. Bu işlevleri sağlayan dizgenin mantık çizgesi Şekil - 5 'te verilmiştir.



Şekil - 5 : Örnek senkron sayıcının mantık çizgesi

2. DENEYİN YAPILIŞI :

2.1. Asenkron Sayıcılar :

2.1.1. Şekil - 2 'deki devrede, çıkışlardaki işaretlerin kolaylıkla gözlenebilmesi için, her bir çıkışa, mantık 1 düzeyinde yeşil ışık veren, mantık 0 düzeyinde kırmızı ışık veren birer LED bağlanması uygun olacaktır. Böyle bir deney düzeneği kurunuz.

2.1.2. Çıkış dalga biçimlerini gözleyerek Şekil - 3 'te verilen çıkışlarla karşılaştırınız.

2.1.3. Çıkışları inceleyerek MSB ve LSB 'yi belirleyiniz. Bunların sıraları değişirse ne olur ? Deneyiniz.

2.1.4. LED 'leri tümleyen çıkış uçlarına bağlayarak Deney 2.1. 'i tekrarlayınız.

Sayıçılar

2.1.5. Bağlantı biçiminde gerekli değişiklikleri gerçekleştirerek, devreyi 0 - 9 arası ikili (Decade) sayıcı biçimine dönüştürünüz. Çıkışları izleyiniz.

2.1.6. Deney 2.1. 'de kurduğunuz devreye bir J-K FF 'u daha ekleyerek 32 'lik bir sayıcı yapınız.

2.2. Senkron Sayıcılar :

2.2.1. Şekil - 5 'deki devreyi kurunuz. Çıkışları gözleyerek çalışmasını açıklayınız.

3. RAPORDA İSTENENLER :

3.1. Tüm deneylerde elde ettiğiniz sonuçları vererek tartışınız.

3.2. Asenkron ve senkron sayıcılar arasında ne gibi farklar gözlediniz ? Açıklayınız.

3.3. Sayma sırası 0 - 2 - 1 - 3 olan senkron sayıcıyı, mantık ve zamanlama çizgesini vererek tasarlayınız.

4. HAZIRLIK SORULARI :

4.1. Deneye gelmeden, önce 4 ve 5 bitlik, İleri ve geri sayıcılar konusundaki bilgilerinizi tazeleyiniz.

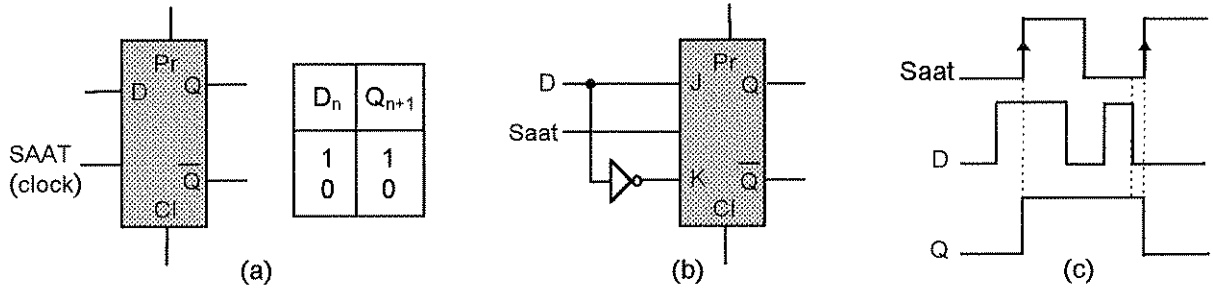
4.2. 0 - 9 arası ikili (Decade) sayıcı tasarlayınız.

Deney Adı : KAYDIRMALI KAYDEDİCİLER

Amaç : Mantık devrelerinde sıkça kullanılan, ikili bilgilerin saklanması ve devre içinde bu bilgilerin kaydırılması işlevlerini yerine getiren Kaydırmalı Kaydedicilerin (Shift Registers) tanıtılması, yapısal özelliklerinin deneysel olarak incelenmesi ve gerçekleştirilmesidir.

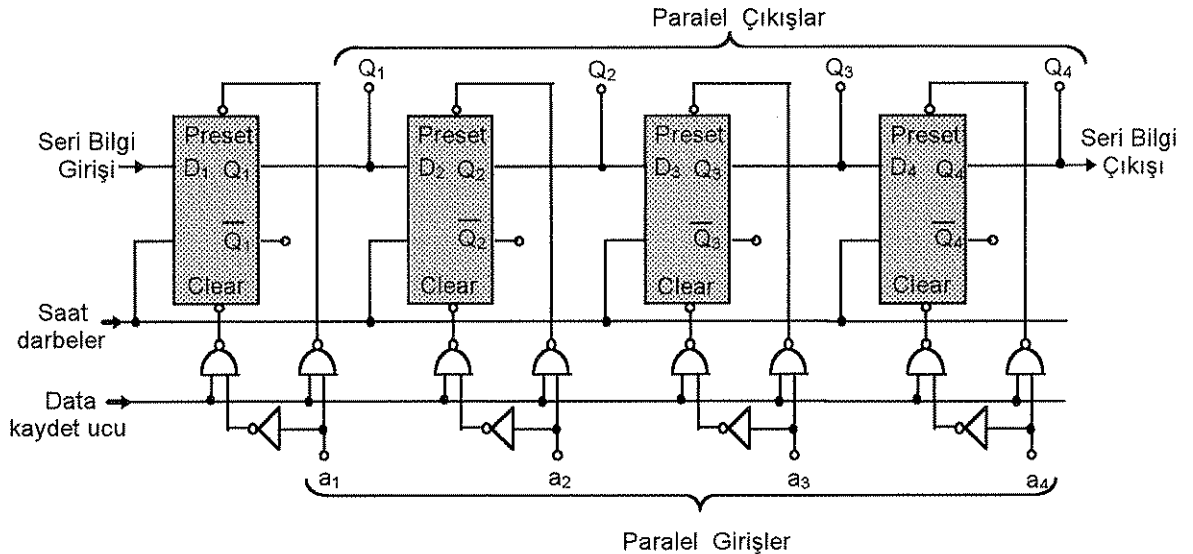
1. AÇIKLAYICI BİLGİLER :

Kayırmalı kaydediciler flip-flop (FF)'ların basit bir uygulamasıdır. Bu deneyde D tipi FF 'lar kullanılacaktır. Şekil -1 (a) 'da D tipi FF 'un simgesel gösterimi ve doğruluk çizelgesi verilmiştir. Görüldüğü gibi D tipi FF, D (data : bilgi) girişindeki değeri bir saat dönemi (periyodu) süresince saklayabilmektedir. Bu nedenle kaydırmalı kaydedicilerde kullanılabilirler. Kaydırmalı kaydedicilerde D tipi yerine JK tipi FF 'lar da kullanılabilir.Şekil - 1 (b) 'de, JK FF 'u kullanarak D tipi FF elde edilmiştir. D tipi FF 'lar genellikle saat darbelerinin yükselen kenarlarında tetiklenirler. Yani çıkışlarını, saat darbelerinin yükselme anlarındaki giriş (D) değerlerine göre yeniden belirlerler. Bu durum Şekil - 1 (c) 'de bir örnekle belirtilmiştir.



Şekil - 1 : (a) D tipi FF 'un simgesel gösterimi, (b) JK FF kullanarak D FF elde edilşi, (c) çıkış dalga biçimi

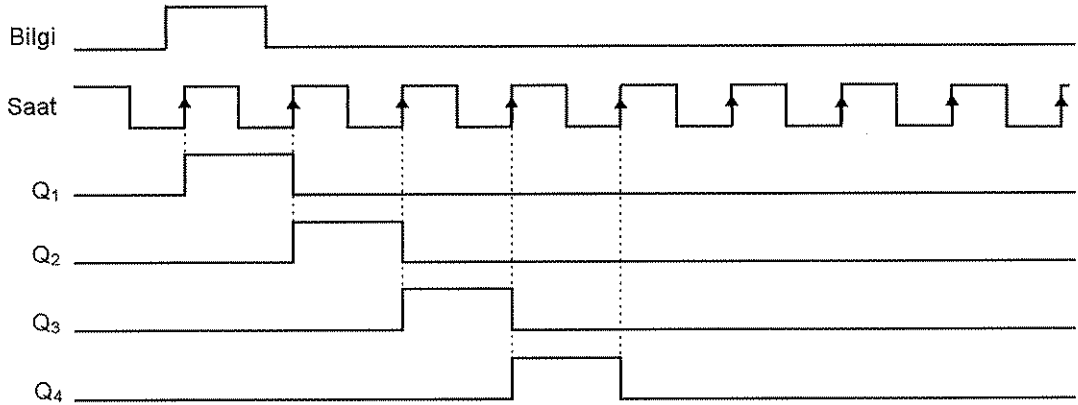
Şekil - 2 'deki devrede, 4 bitlik seri ve paralel yüklemeli (girişli), seri ve paralel çıkışlı kaydırmalı kaydedicinin mantık çizgesi verilmiştir.



Şekil - 2 : 4 bitlik seri ve paralel girişli, seri ve paralel çıkışlı kaydırmalı kaydedicinin mantık çizgesi

Kayırmalı Kaydediciler

D tipi FF 'ların tümünün saat girişi ortaktır. Dizgenin girişine (D_1) bir bitlik seri bilginin gelmesi durumunda, dizgeye ilişkin zamanlama çizelgesi Şekil - 3 'te verilmiştir. 1. saat darbesinin yükselen kenarında D_1 FF 'u girişinden Mantık 1 düzeyini alır ve 2. saat darbesinin yükselen kenarı gelinceye kadar saklar. 2. saat darbesinin yükselen kenarında D_2 FF 'u Q_1 çıkışını depolar ve 3. saat darbesinin yükselen kenarı gelinceye kadar bu değeri korur. Her saat darbesinin yükselen kenarında bir önceki FF 'un çıkışı bir sonraki FF 'un girişi olduğundan, D_1 girişindeki bilgi (data) değeri (mantık 1 ya da mantık 0 düzeyi) FF dizisinde bir öncekinden bir sonrakine aktarılır. Böylece bilgi, ard arda gelen 4 saat darbesi ile FF dizisinde seri olarak kaydırılmış olur. Kaydedilen (ve kaydırılan) bilgi, FF 'ların çıkışlarından (Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4) paralel olarak alınabilir. Eğer her hangi bir saat darbesi gelmezse, bilgi FF dizisi olan kaydedicide saklanır.



Şekil - 3 : Bir bitlik bilginin kaydırmalı kaydedicide hareketini gösteren zamanlama çizgesi

Eğer kaydedilmek istenen bilgi paralel olarak varsa, paralel girişler kullanılarak yüklenebilir. Bunun için, kaydedicinin Paralel Data Kaydet ucu "mantık 1" düzeyine getirilip, paralel bilgi, kaydedicinin a_1 , a_2 , a_3 , a_4 paralel girişlerine uygulanır. Bundan sonra ard arda gelecek 4 saat darbesi ile paralel bilgi (data), seri çıkıştan (Q_4) seri hatta çıkar. Bu tür kaydedicilere **Paralel Yüklmeli Sesri Çıkışlı** kaydırmalı kaydedici adı verilir.

Şekil - 2 'deki kaydırmalı kaydedicinin Q_4 seri çıkışı D_1 seri girişine bağlanırsa, var olan bilgi, gelen saat vuruşlarının (darbelerinin) etkisiyle sürekli olarak kaydedicide dolaşacaktır.

2. DENEYİN YAPILIŞI :

- 2.1. Şekil - 2 'deki devreyi kurunuz.
- 2.2. Şekil - 3 'teki gibi bir bitlik bir bilgiyi seri olarak girişe vererek kaydırmalı kaydedicinin paralel çıkışlarını izleyiniz.
- 2.3. İki bitlik herhangi bir bilgiyi seri giriş olarak vererek kaydırmalı kaydedicinin paralel çıkışlarını izleyiniz.
- 2.4. 1100 bilgisini paralel olarak girişe veriniz. Çıkışı seri olarak izleyiniz.
- 2.5. 1100 bilgisini paralel olarak giriniz ve Q_4 seri çıkışını D_1 seri girişine bağlayınız. Paralel çıkıştan sonucu gözleyiniz.

3. RAPORDA İSTENENLER :

- 3.1. Deneyin yapılışını ve elde ettiğiniz zamanlama çizelgelerini yorumlarıyla birlikte veriniz.
- 3.2. Kaydırmalı kaydediciye seri olarak girilen 4 bitlik bir bilginin kaydedilerek, paralel çıkışlardan kullanılabilmesi ve seri çıkışlardan kullanılabilmesi için gerekli zamanlar (saat darbeleri açısından) ne kadardır (ayrı ayrı) ? Hangisi ne açıdan kullanışlıdır ?