T.C.

SİİRT ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK DEVRELERİ-I

DENEY 3

SÜPERPOZİSYON TEOREMİ

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ

Adı Soyadı	
Öğrenci Numarası	
Bölümü / Sınıfı	
Grup Numarası	
Deney Tarihi	
Öğrenci İmzası	

DENEYİN AMACI

Bu deneyin amacı, birden fazla bağımsız kaynak içeren doğrusal elektrik devrelerinde Süperpozisyon Teoreminin teorik hesaplamalar, LTspice simülasyonları ve laboratuvar ölçümleri aracılığıyla incelenmesidir. Ayrıca öğrencilerin kaynakların ayrı ayrı oluşturduğu akımları belirlemeleri ve teorik, simülasyon ve deneysel sonuçları karşılaştırarak teoremi doğrulamaları amaçlanmaktadır.

DENEY 3: SÜPERPOZİSYON TEOREMİ

1. TEORİK BİLGİ

1.1. Süperpozisyon Teoremi

Süperpozisyon Teoremi, birden fazla bağımsız kaynak içeren doğrusal elektrik devrelerinin analizinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Bu teoreme göre, bir devrede herhangi bir elemandan geçen akım veya elemanın uçları arasındaki gerilim, bağımsız kaynakların her birinin tek başına oluşturduğu akım veya gerilimlerin **cebirsel toplamına** eşittir.

Süperpozisyon Teoremi uygulanırken her defasında yalnızca bir bağımsız kaynak aktif bırakılır ve diğer bağımsız kaynaklar etkisiz hâle getirilir.

Bağımsız kaynakların etkisiz hâle getirilmesi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilir:

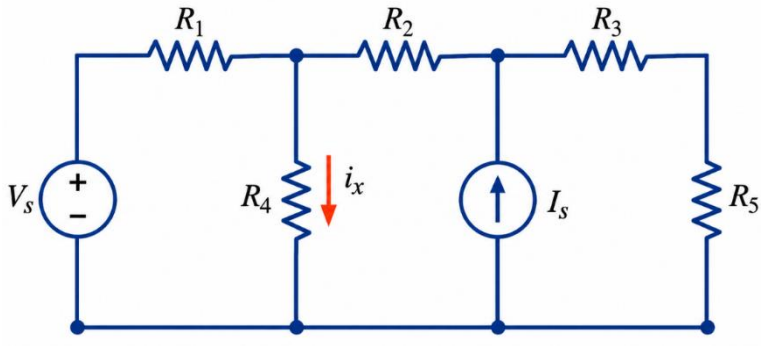
- **Bağımsız gerilim kaynakları:** Kısa devre edilir.
- **Bağımsız akım kaynakları:** Açık devre edilir.

Her bir kaynak için devre ayrı ayrı analiz edilir. Elde edilen akım ve gerilim değerleri, seçilen referans yönleri ve gerilim polariteleri dikkate alınarak cebirsel olarak toplanır.

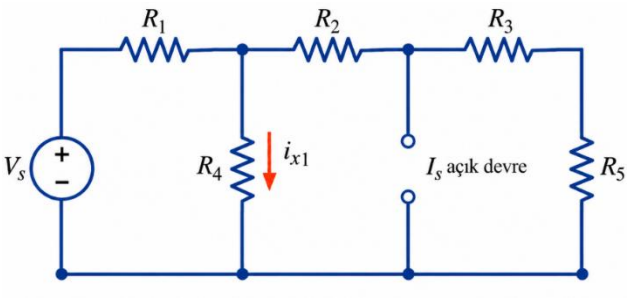
1.2. Süperpozisyon Teoreminin Uygulanması

Şekil 1'de, bir bağımsız gerilim kaynağı (V_s) ve bir bağımsız akım kaynağı (I_s) içeren üç gözlü doğrusal bir devre gösterilmektedir. Bu devrede (R_4) direncinden geçen akım (i_x) ile ifade edilmektedir. Süperpozisyon Teoremi'ne göre, devredeki toplam akım (i_x), bağımsız kaynakların ayrı ayrı oluşturduğu akımların cebirsel toplamına eşittir. Buna göre,

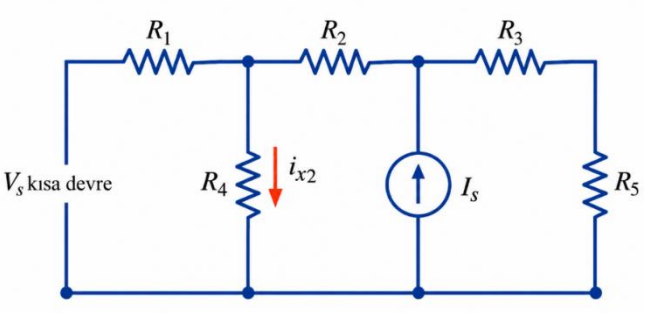
$$i_x = i_{x1} + i_{x2}$$



Şekil 1. Süperpozisyon Teoreminin incelenmesi için örnek bir devre



Şekil 2. Yalnızca V_s aktifken eşdeğer devre



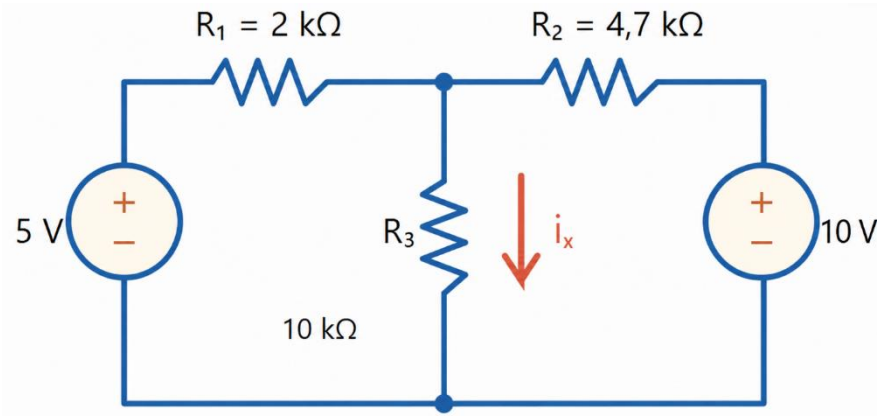
Şekil 3. Yalnızca I_s aktifken eşdeğer devre

2. ÖN HAZIRLIK

Öğrenciler, laboratuvar çalışmasına katılmadan önce Şekil 4'te verilen elektrik devresini Süperpozisyon Teoremi'ni kullanarak teorik olarak analiz etmeli ve aynı devrenin LTspice simülasyonunu gerçekleştirmelidir. Elde edilen sonuçlar deney raporundaki ilgili tablolara kaydedilmelidir.

2.1. Teorik Analiz

A. Teorik Analiz ve Hesaplama Sonuçları



Şekil 4. Süperpozisyon Teoreminin incelenmesi için kullanılan deney devresi.

Şekil 4'te verilen devreyi inceleyerek aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.

1. Her iki gerilim kaynağı aktifken R_3 direncinden geçen toplam i_x akımını hesaplayınız.
2. Yalnızca V_1 gerilim kaynağını aktif bırakarak V_2 kaynağını kısa devre ediniz. R_3 direncinden geçen i_{x1} akımını hesaplayınız.
3. Yalnızca V_2 gerilim kaynağını aktif bırakarak V_1 kaynağını kısa devre ediniz. R_3 direncinden geçen i_{x2} akımını hesaplayınız.
4. Elde ettiğiniz akımları, şekilde belirtilen referans yönünü dikkate alarak cebirsel olarak toplayınız.

$i_x = i_{x1} + i_{x2}$

5. Hesaplanan toplam akım ile her iki kaynak birlikte aktifken bulunan akımı karşılaştırarak Süperpozisyon Teoremi'nin sağlandığını matematiksel olarak doğrulayınız.
6. Elde ettiğiniz sonuçları deney raporundaki Tablo 1'e kaydediniz.

Bu alanda devreye ait teorik hesaplamaları, kullanılan denklemleri ve işlem basamaklarını ayrıntılı olarak gösteriniz. Hesaplama sonuçlarını uygun birimleriyle birlikte belirtiniz.

B. LTspice ile Devre Analizi

Şekil 4'te verilen devreyi LTspice ortamında kurarak aşağıdaki işlemleri gerçekleştiriniz.

1. Devredeki direnç ve gerilim kaynağı değerlerini Şekil 4'te belirtildiği gibi tanımlayınız.
2. Her iki gerilim kaynağı aktifken DC çalışma noktası analizini (Operating Point – .op) gerçekleştiriniz ve R_3 direncinden geçen i_x akımını belirleyiniz.
3. Yalnızca V_1=5V gerilim kaynağı aktifken analizi tekrarlayınız ve i_{x1} akımını belirleyiniz.
4. Yalnızca V_2 =10 V gerilim kaynağı aktifken analizi tekrarlayınız ve i_{x2} akımını belirleyiniz.
5. Elde edilen akım değerlerini kullanarak Süperpozisyon Teoremi'nin sağlandığını doğrulayınız.

   $i_x = i_{x1} + i_{x2}$

6. LTspice analiz sonuçlarını teorik hesaplamalarla karşılaştırınız ve deney raporundaki Tablo 1'e kaydediniz.

Not: LTspice ortamında akım yönlerine dikkat ediniz. Negatif akım değeri, gerçek akım yönünün seçilen referans yönüne ters olduğunu gösterir.

3. DENEYİN YAPILIŞI

3.1. Deney Devresinin Kurulması

1. Şekil 4'te verilen devreyi kurmak için gerekli dirençleri, DC güç kaynaklarını, bağlantı kablolarını ve dijital multimetreyi hazırlayınız.
2. R_1 = 2 kΩ, R_2 = 4,7 kΩ ve R_3 = 10 kΩ dirençlerini deney borduna (breadboard) yerleştiriniz. Dirençlerin bağlantılarını Şekil 4'te verilen devre şemasına uygun şekilde gerçekleştiriniz.
3. V_1 = 5 V ve V_2 = 10 V DC gerilim kaynaklarını devreye bağlayınız. Kaynakların pozitif (+) ve negatif (−) uçlarının şekilde belirtilen polaritelere uygun olmasına dikkat ediniz. Her iki kaynağın negatif uçlarını devrenin ortak referans noktasına bağlayınız.
4. R_3 direncinden geçen akımın referans yönünü Şekil 4'te gösterildiği gibi yukarıdan aşağıya doğru i_x olarak kabul ediniz.

5. Dijital multimetreyi DC akım ölçme (mA⎓) konumuna getiriniz. Kırmızı probu uygun akım ölçüm girişine, siyah probu COM girişine bağlayınız. R_3 direncinden geçen akımı ölçmek için multimetreyi bu kola seri bağlanması gerektiğini unutmayınız. Pozitif akım yönünün yukarıdan aşağıya olması için kırmızı probun üst düğüm tarafında bulunmasına dikkat ediniz.
6. Devre bağlantılarını ve ölçü aletinin bağlantılarını kontrol ediniz. Laboratuvar sorumlusunun onayını almadan devreye enerji vermeyiniz.

3.2. Yalnızca V_1 Gerilim Kaynağının Aktif Olduğu Durum

1. Öncelikle her iki DC güç kaynağının kapalı olduğundan emin olunuz.
2. Süperpozisyon Teoremi gereğince yalnızca V_1 gerilim kaynağını aktif bırakınız. V_2 gerilim kaynağını devreden ayırarak, kaynağın devrede bulunduğu iki bağlantı noktasını bir iletken yardımıyla birleştiriniz. Böylece V_2 gerilim kaynağı kısa devre ile temsil edilmiş olacaktır.
3. V_1 gerilim kaynağını 5 V değerine ayarlayarak devreye enerji veriniz.
4. Dijital multimetreyi R_3 direncine seri bağlayarak bu dirençten geçen i_{x1} akımını ölçünüz. Ölçüm sırasında Şekil 4'te belirtilen referans akım yönünü dikkate alınız.
5. Multimetreden okuduğunuz akım değerini, işareti ve birimiyle birlikte deney raporundaki Tablo 1'e kaydediniz.
6. Ölçüm işlemini tamamladıktan sonra güç kaynağını kapatınız.

3.3. Yalnızca V_2 Gerilim Kaynağının Aktif Olduğu Durum

1. Güç kaynakları kapalıyken bir önceki aşamada yapılan bağlantıları değiştiriniz.
2. Bu kez yalnızca V_2 gerilim kaynağını aktif bırakınız. V_1 gerilim kaynağını devreden ayırarak kaynağın bulunduğu iki bağlantı noktasını bir iletken yardımıyla birleştiriniz. Böylece V_1 gerilim kaynağı kısa devre ile temsil edilmiş olacaktır.
3. V_2 gerilim kaynağını 10 V değerine ayarlayarak devreye enerji veriniz.
4. Dijital multimetreyi R_3 direncine seri bağlayarak bu dirençten geçen i_{x2} akımını ölçünüz. Ölçüm sırasında önceki aşamada kullanılan referans akım yönünü değiştirmeyiniz.
5. Ölçülen akım değerini, işareti ve birimiyle birlikte deney raporundaki Tablo 1'e kaydediniz.
6. Ölçüm işlemini tamamladıktan sonra güç kaynağını kapatınız.

3.4. Her İki Gerilim Kaynağının Aktif Olduğu Durum

1. Her iki güç kaynağının kapalı olduğundan emin olunuz. Önceki aşamalarda kullanılan kısa devre bağlantılarını kaldırınız.
2. $V_1 = 5$ V ve $V_2 = 10$ V gerilim kaynaklarını Şekil 4'te gösterildiği gibi devreye yeniden bağlayınız.
3. Devre bağlantılarını kontrol ettikten sonra her iki gerilim kaynağını aktif hâle getiriniz.
4. Dijital multimetreyi R_3 direncine seri bağlayarak, her iki gerilim kaynağının ortak etkisiyle oluşan toplam i_x akımını ölçünüz.
5. Ölçüm sırasında önceki aşamalarda kullanılan referans akım yönünü koruyunuz. Ölçülen toplam akım değerini Tablo 1'e kaydediniz.
6. Ölçüm işlemlerini tamamladıktan sonra güç kaynaklarını kapatınız.

DİKKAT – Ölçü Aleti Bağlantısı ve Laboratuvar Güvenliği

- Devre bağlantılarını değiştirirken DC güç kaynaklarını mutlaka kapatınız.
- Bağımsız bir gerilim kaynağının kısa devre edilmesi, **aktif güç kaynağının çıkış uçlarının doğrudan birleştirilmesi anlamına gelmez.** Kaynak devreden ayrıldıktan sonra, kaynak yerine iletken bağlantı yapılmalıdır.
- Her üç ölçümde de referans akım yönünü aynı tutunuz. Negatif akım değeri, gerçek akımın seçilen referans yönüne ters yönde aktığını göstermektedir.
- Deney düzeneğine enerji vermeden önce bağlantıları laboratuvar sorumlusuna kontrol ettiriniz.

DENEY RAPORU

Tablo 1. R_3 direncinden geçen akımların teorik, LTspice ve deneysel sonuçlarının karşılaştırılması

No	Ölçülen büyüklük / kaynak durumu	Teorik hesaplama (mA)	LTspice sonucu (mA)	Deneysel ölçüm (mA)
1	Yalnızca V_1 aktif (V_2 kısa devre) i_{x1} akımı			
2	Yalnızca V_2 aktif (V_1 kısa devre) i_{x2} akımı			
3	Her iki kaynak aktif i_x toplam akımı			
4	Süperpozisyon toplamı $i_{x1} + i_{x2}$			
5	**Doğrulama farkı** $\Delta i = i_x - (i_{x1} + i_{x2})$			

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YORUMLANMASI

1. Tablo 1'de elde ettiğiniz teorik, LTspice ve deneysel akım değerlerini karşılaştırınız. Sonuçların birbiriyle ne ölçüde uyumlu olduğunu değerlendiriniz.

2. Yalnızca V_1 ve yalnızca V_2 gerilim kaynakları aktifken ölçülen i_{x1} ve i_{x2} akımlarını cebirsel olarak toplayınız. Elde ettiğiniz sonucu, her iki kaynak birlikte aktifken ölçülen i_x akımı ile karşılaştırarak Süperpozisyon Teoreminin deneysel olarak sağlanıp sağlanmadığını açıklayınız.

3. Süperpozisyon Teoremi kullanılarak hesaplanan akımların yardımıyla R_3 direncinde harcanan güçleri ayrı ayrı hesaplayınız. Her iki kaynak birlikte aktifken harcanan gücün, kaynakların ayrı ayrı oluşturduğu güçlerin toplamına eşit olup olmadığını matematiksel olarak inceleyiniz ve sonucunu yorumlayınız.