

SÜPERPOZİSYON TEOREMİ

Sümeyye Veziroğlu

Ekim 2024

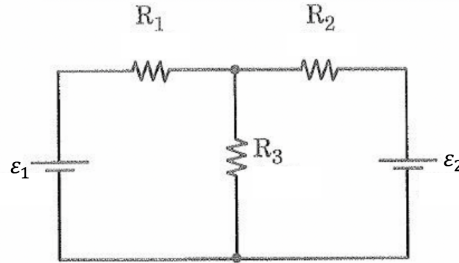
1 Teori

1.1 Temel Bilgiler

Süperpozisyon teoremi, doğrusal bir devrede bir eleman üzerindeki gerilim düşümünün veya içinden geçen akımın, elemanın bağlı olduğu bağımsız kaynakların sağladığı gerilim düşümü veya akımların teker teker cebirsel toplamına eşit olduğunu söyler. Süperpozisyon prensibi doğrusal bir devrede birden fazla bağımsız kaynak var iken bize her bir kaynağın katkısını ayrı ayrı analiz etme imkanı verir. Bununla birlikte süperpozisyon prensibini uygularken iki şeyi aklımızda çıkarmamalıyız. Bunlardan ilki; her seferinde yalnızca bir adet bağımsız kaynağı dikkate alırız diğer kaynaklar devrede değildir. Bunun için devredeki diğer gerilim kaynakları 0V(Kısa devre) akım kaynakları ise 0A(Açık devre) haline getirilir. İkincisi ise; Bağımlı kaynaklar devredeki akım ve gerilimlerle kontrol edildiklerinden dokunulmadan bırakılır [1]. Süperpozisyon prensibi üç adım halinde uygulanır:

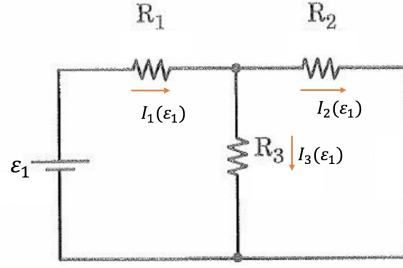
- Bir tanesi dışında bütün bağımsız kaynaklar kapatılır. Devre analiz yöntemleriyle dirençler üzerindeki akım ve gerilimler bulunur.
- Diğer bağımsız kaynakların her biri için birinci başamak tekrar edilir.
- Her bir kaynağın katkısı cebirsel olarak toplanarak toplam katkı bulunur.

Şimdi sayılan bu adımları Şekil 1'deki devre için uygulayalım. Öncelikle yalnızca ε_1



Şekil 1: Süperpozisyon teoremi ile çözümlenecek bir devre

kaynağının devredeki her bir direnç üzerinde meydana getirdiği akımları hesaplayalım. Şekil 2'de yalnızca ε_1 kaynağının meydana getirdiği akımlar gösterilmiştir. Bunlar;



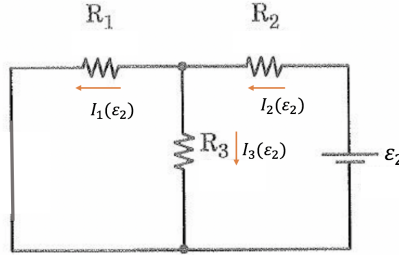
Şekil 2: Yalnızca ε_1 kaynağının meydana getirdiği akımlar

$$I_1(\varepsilon_1) = \frac{\varepsilon_1}{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_1} \quad (1)$$

$$I_2(\varepsilon_1) = I_1(\varepsilon_1) \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad (2)$$

$$I_3(\varepsilon_1) = I_1(\varepsilon_1) - I_2(\varepsilon_1) \quad (3)$$

olarak yazılabilir. Şimdi, yalnızca ε_2 kaynağının devredeki her bir direnç üzerinde meydana getirdiği akımları hesaplayalım. Şekil 3'te yalnızca ε_2 kaynağının meydana getirdiği



Şekil 3: Yalnızca ε_2 kaynağının meydana getirdiği akımlar

akımlar gösterilmiştir. Bunlar şu denklemler ile bulunabilir:

$$I_1(\varepsilon_2) = I_2(\varepsilon_2) \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (4)$$

$$I_2(\varepsilon_2) = \frac{\varepsilon_2}{\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2} \quad (5)$$

$$I_3(\varepsilon_2) = I_2(\varepsilon_2) - I_1(\varepsilon_2) \quad (6)$$

Buradan süperpozisyon teoremine göre toplam akım değerleri için aşağıdaki denklemler yazılabilir.

$$I_1(\text{toplama}) = I_1(\varepsilon_1) - I_1(\varepsilon_2) \quad (7)$$

$$I_2(\text{toplama}) = I_2(\varepsilon_1) - I_2(\varepsilon_2) \quad (8)$$

$$I_3(\text{toplama}) = I_3(\varepsilon_1) + I_3(\varepsilon_2) \quad (9)$$

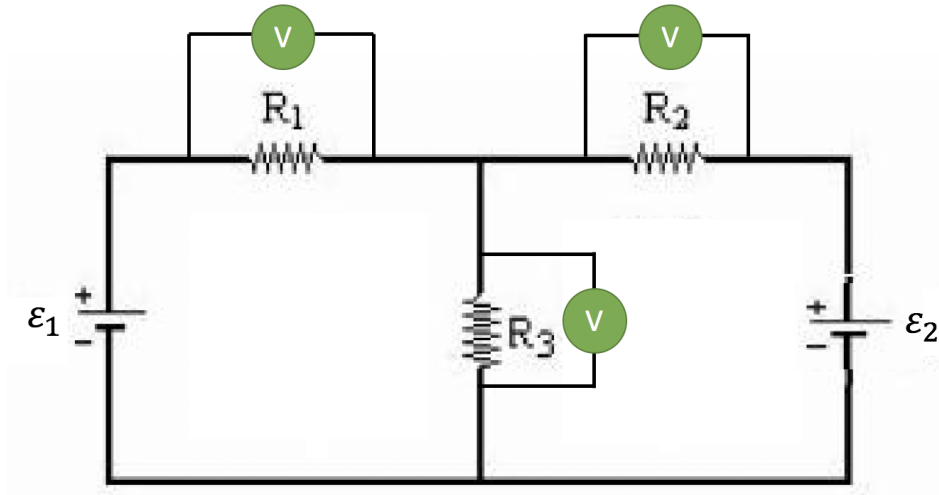
2 Prosedür

2.1 Deneysel Prosedür

2.1.1 Kullanılacak Malzemeler

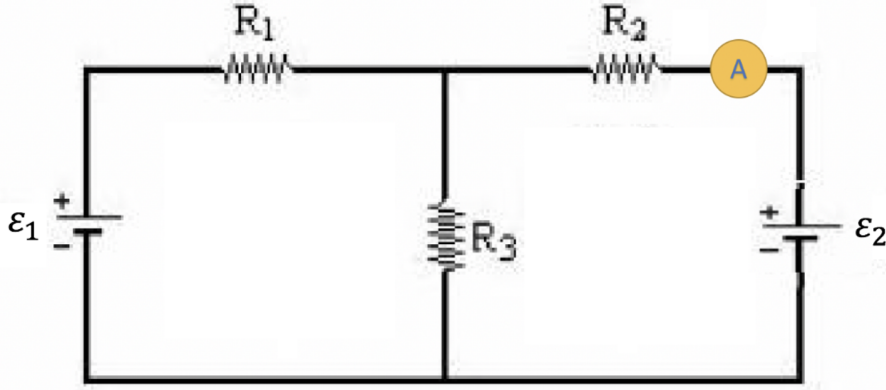
1. 2 adet DC gerilim kaynağı
2. 2 adet $1\text{ k}\Omega$ 'luk direnç ve 1 adet 100Ω 'luk direnç
3. Breadboard
4. Ampermetre
5. Voltmetre
6. Bağlantı kabloları

2.1.2 Deneyin Basamakları



Şekil 4: Gerilimleri Ölçmek için Kurulacak Devre

1. Şekil 4'teki devreyi $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ ve $R_3 = 100\Omega$ değerlerini kullanarak kurun ve güç kaynaklarından $\varepsilon_1 = 15\text{V}$ ve $\varepsilon_2 = 10\text{ V}$ olarak ayarlayın.
2. Voltmetre ile R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerindeki gerilimleri her iki kaynak da açık iken ölçün ve not edin. Gerilim kaynaklarından ε_2 'yi kısa devre yapın. Bunun için güç kaynağını kapatıp toprak ucu ile pozitif ucunu birbirine bağlayın. R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerindeki gerilimleri ölçün ve not edin. Gerilim kaynaklarından ε_2 'yi eski haline getirin ve ε_1 'i kısa devre yapın. Bunun için güç kaynağını kapatıp toprak ucu ile pozitif ucunu birbirine bağlayın. R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerindeki gerilimleri ölçün ve not edin. Data ve analiz bölümündeki 1, 2, 3 ve 4. soruları cevaplayın.



Şekil 5: Akım Ölçümü için Kurulacak Devre

- Şekil 5'teki devreyi gösterildiği şekilde $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$ ve $R_3 = 100\Omega$ değerlerini kullanarak kurun ve güç kaynaklarından $\varepsilon_1 = 15V$ ve $\varepsilon_2 = 10 V$ olarak ayarlayın. Ampermetre ile R_2 direncinden geçen akımı her iki kaynak da açık iken ölçün. Gerilim kaynaklarından ε_2 'yi kısa devre yapın. Bunun için güç kaynağını kapatıp toprak ucu ile pozitif ucunu birbirine bağlayın. R_2 direncinden geçen akımı ölçün. Gerilim kaynaklarından ε_2 'yi eski haline getirin ve ε_1 'i kısa devre yapın. Bunun için güç kaynağını kapatıp toprak ucu ile pozitif ucunu birbirine bağlayın. Tekrar R_2 direncinden geçen akımı ölçün. Data ve analiz bölümünde 5, 6 ve 7. soruları cevaplayın.
- Sonuçlar ve Yorumlar bölümüne; kendi ifadeleriniz ile bu deneyden çıkarımlarınızı, vardığınız sonuçları ve yorumlarınızı özenle ifade edin.
- Katkı bölümünü de tamamlayarak raporunuzu sonlandırın.

3 Data ve Analiz

1. İki kaynak da açık, yalnızca ε_1 kaynağı açık ve yalnızca ε_2 kaynağı açık iken ölçtüğünüz gerilimleri aşağıdaki tabloya not edin.

| direnç | $(\varepsilon_1$ ve ε_2) Gerilim (Deneysel) | (ε_1) Gerilim (Volt) | (ε_2) Gerilim (Volt) |
|--------|--|----------------------------------|----------------------------------|
| R_1 | | | |
| R_2 | | | |
| R_3 | | | |

2. Süperpozisyon teoremini kullanarak önce yalnızca ε_1 kaynağı açık iken, R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerindeki voltajları Denklem (1), (2) ve (3) ve $V = IR$ 'yi kullanarak teorik olarak hesaplayın. Daha sonra yalnızca ε_2 kaynağı açık iken R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerindeki voltajları Denklem (4), (5),(6) ve $V = IR$ 'yi kullanarak teorik olarak hesaplayın ve bunların cebirsel toplamını Denklem (7), (8), (9)'dan yararlanarak bulun. Hesaplarımızı açık bir biçimde gösterdikten sonra tabloya geçirin.

| direnç | $(\varepsilon_1$ ve $\varepsilon_2)$ Gerilim (Teorik) | (ε_1) Gerilim (Volt) | (ε_2) Gerilim (Volt) |
|--------|---|----------------------------------|----------------------------------|
| R_1 | | | |
| R_2 | | | |
| R_3 | | | |

3. Kaynaklar tek tek açık iken deneysel olarak ölçmüş olduğunuz gerilim değerlerinin toplamı ile süperpozisyon teoremi ile teorik olarak hesapladığınız toplam gerilim değerlerini karşılaştırıp yüzde hata hesabı yaparak kısaca yorumlayın.

4. İki kaynak da açık, yalnızca ε_1 kaynağı açık ve yalnızca ε_2 kaynağı açık iken ölçmüş olduğunuz R_2 direncinden geçen akımı aşağıdaki tabloya not edin.

| direnç | Akım (Deneysel) | $(\varepsilon_1$ ve ε_2) Akım (Amper) | (ε_1) Akım (Amper) | (ε_2) Akım (Amper) |
|--------|-----------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| R_2 | I_2 | | | |

5. Süperpozisyon teoremini kullanarak; yalnızca ε_1 kaynağı açık ve yalnızca ε_2 kaynağı açık iken R_2 direncinden geçen akımı hesaplayın ve bunların cebirsel toplamını bulun. Hesaplarınızı açık bir biçimde gösterdikten sonra tabloya geçirin.

| direnç | Akım (Teorik) | $(\varepsilon_1$ ve $\varepsilon_2)$ Akım (Amper) | (ε_1) Akım (Amper) | (ε_2) Akım (Amper) |
|--------|---------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| R_2 | I_2 | | | |

6. Süperpozisyon teoremini kullanarak bulduğunuz R_2 direncinden geçen toplam akım değeri ile deneysel olarak ölçtüğünüz toplam akım değeri için yüzde hata hesabı yaparak kısaca yorumlayın.

Kaynaklar

- [1] Marmara Üniversitesi Fizik Bölümü Elektronik Lab II eski f6y, Őubat 2020.