

DENEY NO: 4**THÉVENİN, NORTON, MAKSİMUM GÜÇ TEOREMİ ve DEVRE PARAMETRELERİ****Malzeme ve Cihaz Listesi:**

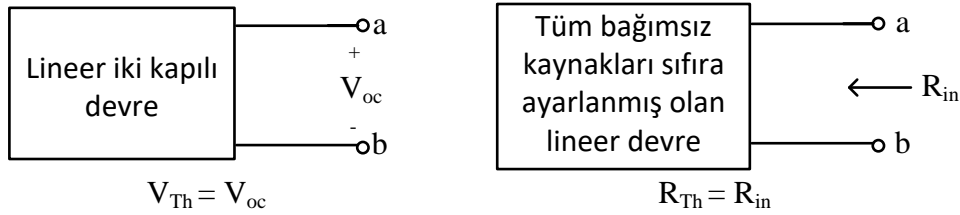
- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. 330 Ω direnç 1 adet | 7. 12 k Ω direnç 2 adet |
| 2. 1 k Ω direnç 3 adet | 8. 18 k Ω direnç 1 adet |
| 3. 2.2 k Ω direnç 1 adet | 9. 33 k Ω direnç 1 adet |
| 4. 3.3 k Ω direnç 1 adet | 10. Breadboard |
| 5. 5.6 k Ω direnç 2 adet | 11. Dijital Multimetre |
| 6. 10 k Ω direnç 1 adet | 12. Deney Seti (ACT-1 veya CADET I-II) |
| | 13. Pens, keski, montaj kablosu, krokodil |

Denevin Amacı:

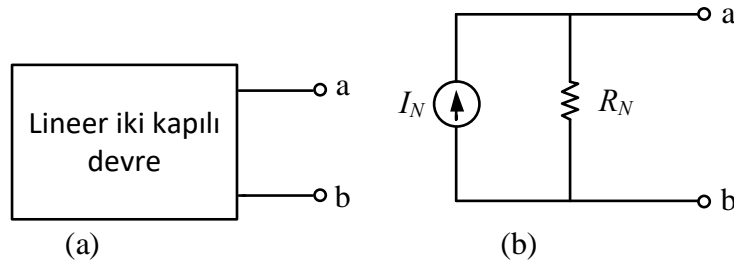
Devre analizinin önemli konularından olan Thévenin, Norton ve Maksimum Güç Teoremlerinin öğrenci tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamaktır ve 2-kapılı direnç devrelerine ilişkin kısa-devre parametrelerini, DC şartlarda deneysel yoldan bulmaktır.

Genel Bilgiler:

Thévenin Teoremi: İki kapılı lineer bir devre, bir gerilim kaynağı V_{Th} ile buna seri bir R_{Th} direncinden oluşan eşdeğer devre ile yer değiştirilebileceğini söylemektedir. V_{Th} iki nokta arasındaki açık devre gerilimidir. R_{Th} bağımsız kaynaklar söndürüldüğünde giriş veya eşdeğer dirençtir.

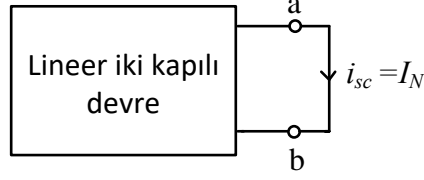
**Şekil 1**

Norton Teoremi: İki kapılı lineer bir devre I_N akım kaynağı ve ona paralel R_N direncinden oluşan eşdeğer devre ile yer değiştirilebileceğini söylemektedir. I_N terminaler arasından geçen kısa devre akımıdır. R_N bağımsız kaynaklar söndürüldüğünde giriş veya eşdeğer dirençtir.

**Şekil 2 (a) Orijinal Devre (b) Norton Eşdeğer Devresi**

R_N ile R_{Th} aynı yol ile bulunmaktadır. Kaynak dönüşümünden bilindiği gibi R_{Th} ile R_N 'in eşit olduğu görülmektedir.

$$R_N = R_{Th}$$



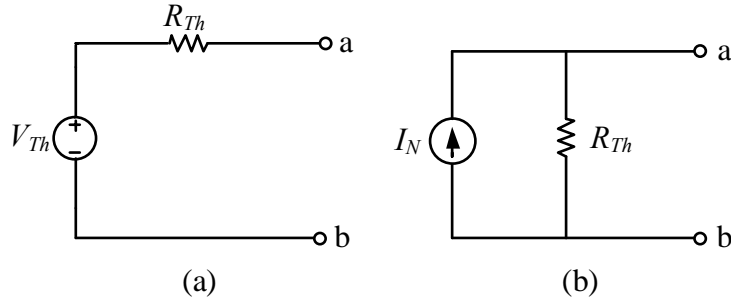
Şekil 3 Norton akımının bulması

Norton eşdeğer devresindeki I_N akım kaynağı, Şekil 2'de gösterilen a-b kısa devresinden geçen akıma eşittir.

$$I_N = i_{sc}$$

$$I_N = \frac{V_{Th}}{R_{Th}}$$

Thévenin ve Norton eşdeğer devreleri kaynak dönüşümü ile ilişkilidir.



Şekil 4 (a) Thévenin eşdeğer devresi (b) Norton eşdeğer devresi

Thévenin ve Norton eşdeğer devrelerinin bulunması için gerekenler;

- a ve b uçları arasındaki açık devre gerilimi V_{oc}
- a ve b uçları arasındaki kısa devre akımı i_{sc}
- Bütün bağımsız kaynaklar kapatıldığında giriş veya eşdeğer direnç R_{in}

Maksimum Güç Transferine göre yük direnci ' R_L ' Thévenin direncine ' R_{Th} ' eşit olduğunda yüke maksimum güç aktarılmaktadır.

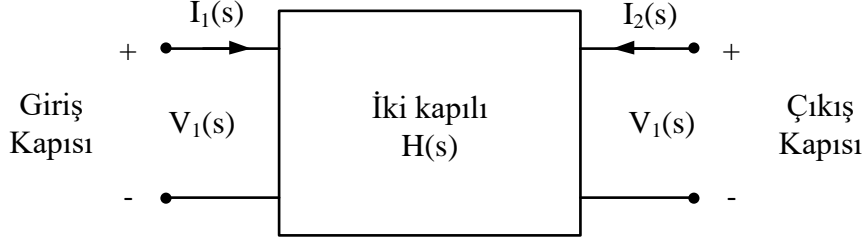
$$R_L = R_{Th}$$

$$p = i^2 R_L = \left(\frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_L} \right)^2 R_L$$

$$p_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

Devre Parametreleri Hakkında Genel Bilgiler:

Lineer birçok-kapılının kapı akım ve gerilimleri arasındaki bağıntılarla tanımlanabilmesi için kapı sayısı kadar lineer denklem gerekmektedir. En basit çok-kapılı olan 2-kapılı devrelerin tanımlanabilmesi için de dört değişken cinsinden 2 eşitliğin verilmesi gerekir. İki değişkenin diğer ikisince belirlendiği bu eşitlikler 2-kapılıların devre parametrelerini belirler. (Devrede bağımsız kaynakların olmadığı ve dinamik devrelerin de ilk-koşullarının sıfır olduğu varsayılmaktadır). Şekil 5'te genel bir 2-kapılı devrenin s-düzlemindeki sembolü verilmiştir.



Şekil 5 Genel bir 2-kapılı devre

2-kapılı devreler çeşitli devre parametreleri ile tanımlanabilir. Bunlardan başlıcaları aşağıda matrisel olarak verilmiştir.

1. z-parametreleri (açık-devre parametreleri)

$$\begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} \\ z_{21} & z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1(s) \\ I_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1(s) \\ V_2(s) \end{bmatrix}$$

2. y-parametreleri (kısa-devre parametreleri)

$$\begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} \\ y_{21} & y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1(s) \\ V_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1(s) \\ I_2(s) \end{bmatrix}$$

3. h-parametreleri (hibrid parametreleri)

$$\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1(s) \\ V_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1(s) \\ I_2(s) \end{bmatrix}$$

4. g-parametreleri (ters hibrid parametreleri)

$$\begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1(s) \\ I_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_1(s) \\ V_2(s) \end{bmatrix}$$

5. ABCD-parametreleri (zincir parametreleri)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2(s) \\ -I_2(s) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1(s) \\ I_1(s) \end{bmatrix}$$

Bu deneyde incelenen devrelerin, ölçme yolu ile y -parametreleri bulunacak ve doğrudan devrenin analizinden yararlanılarak, hesap yolu ile bulunan değerlerle karşılaştırılacaktır. Bu nedenle, aşağıda sadece y -parametrelerinin nasıl bulunacağı açıklanmıştır.

y-Parametrelerinin Bulunması:

y -matrisinin elemanları V_1 ve V_2 gerilimleri sıfır yapılarak yani kapı gerilimleri kısa-devre edilerek elde edilebilir. Admitans boyutunda olan her bir parametre bu nedenle “kısa-devre admitans parametreleri” olarak da adlandırılmaktadır.

$$y_{11} = \frac{I_1(s)}{V_1(s)} \quad \text{ve} \quad y_{21} = \frac{I_2(s)}{V_1(s)} \quad \text{parametreleri } V_2(s)=0 \text{ olması koşulunda bulunur.}$$

$$y_{12} = \frac{I_1(s)}{V_2(s)} \quad \text{ve} \quad y_{22} = \frac{I_2(s)}{V_2(s)} \quad \text{parametreleri } V_1(s)=0 \text{ olması koşulunda bulunur.}$$

y_{11} ve y_{22} giriş ve çıkış kapılarına ilişkin giriş-admitans fonksiyonlarıdır. y_{21} “ileri transfer-admitansı”, y_{12} ise “geri transfer-admitansı” olarak adlandırılır.

Devre parametrelerinden yararlanarak bir 2-kapılının iki bağımlı kaynak ve iki empedanstan oluşmuş devre modelleri kolaylıkla çizilebilir.

İpucu: Devreye gerilim veya akım kaynağı bağlı iken ohmmetre ile devrede direnç değeri okuması yapılamaz. Bir devrede iki uç arasındaki eşdeğer direnç ölçmek istenirse var olan gerilim kaynakları devreden çıkartılarak bağlı oldukları düğümler kısa devre yapılır ve iki uç arasındaki eşdeğer direnç ohmmetreler ile okunur.

Deney Öncesi Hazırlıklar:

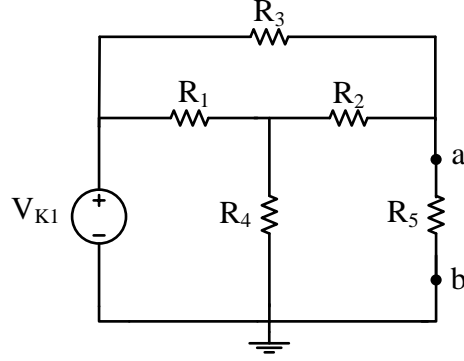
1. Thévenin ve Norton Teoremleri devrelerde ne amaçla kullanılır araştırınız.
2. Bir devrede Norton akımı ve Thévenin gerilimi nasıl bulunur araştırınız.
3. Şekil 6'daki devrenin Norton ve Thévenin eşdeğer devrelerini bulunuz.
4. Bulmuş olduğunuz Thévenin eşdeğer devresinin Gerilim-Akım ($v-i$) karakteristiğini çıkarınız ve 1. şıkta Şekil 6'daki devre için bulduğunuz gerilim-akım karakteristiği ile karşılaştırınız.
5. Şekil 6'daki devrenin Thévenin eşdeğerinden yararlanarak, R_{th} direncinin 0.1, 1 ve 10 katı değerindeki R_L yük dirençleri için R_L ile R_{th} dirençlerinde harcanan gücü hesaplayınız ve Tablo 1'in hesap sütunlarını doldurunuz.
6. Şekil 7.a ve 7.b'deki devrelerin analizlerini yaparak y -parametrelerini hesap yolu ile bulunuz ve Tablo 2'deki ilgili sütunları doldurunuz.

Deney Öncesi Hazırlık Raporunda İstenenler:

1. ORCAD 16.6 programını kullanarak **deneyde gerçekleştireceğiniz bütün devrelerin** simülasyonunu (devrede bağlantı dışında kaynak ya da eleman değeri değişikliği varsa da ayrı simülasyon sonucu olmalıdır.) **deney sırasında yapılacaklar** bölümünde anlatılan şekilde yapınız ve elde ettiğiniz simülasyon sonuçlarını grafiksel olarak raporunuza ekleyiniz. Tablolar varsa hesap sütunlarını doldurunuz. *Bu ön çalışma, laboratuvarda yapacağınız ölçümleri kontrol etmeniz açısından birinci derece önem taşımaktadır.*

2. Deneyde gerçekleştireceğiniz bütün devrelerin teorik (matematiksel) hesaplamalarını yaparak deney öncesi hazırlık raporunuza ekleyiniz. Teorik hesaplamalarınızı ilgili devrenin alt kısmına, her adımı göstererek yapınız.

I. Bölüm



$$\begin{aligned} V_{K1} &= 12V \\ R_1 &= 5,6k\Omega \\ R_2 &= 2,2k\Omega \\ R_3 &= 10k\Omega \\ R_4 &= 5,6k\Omega \\ R_5 &= 12k\Omega \end{aligned}$$

Şekil 6

Deney Sırasında Yapılacaklar:

1. Şekil 6'daki direnç devresini board üzerine düzgün bir biçimde kurunuz.
2. a-b uçlarındaki açık-devre gerilimini ölçerek, V_{th} gerilimini bulunuz.
3. Gerilim kaynağını devreden çıkararak kaynağın bağlı olduğu iki düğümü kısa devre ediniz. Daha sonra R_5 direncini (yük direnci) devreden çıkararak a ve b uçlarını bir ohmmetre ile ölçerek R_{th} direncini bulunuz.
4. a-b uçları arasında bir ampermetre bağlayarak I_N kısa-devre akımını ölçünüz.
5. Bulduğunuz sonuçları Thévenin ve Norton eşdeğer devrelerini çizerek üzerine yazınız.
6. Şekil 6'daki devrenin board üzerine Thévenin eşdeğerini kurarak (R_{th} 'nin direnç değeri için buna en yakın olan standart direnç kullanınız) Tablo-1'deki ölçme sütunlarını doldurunuz. Bulduğunuz değerlere bakarak devreden R_L 'ye maksimum güç aktarmak için R_L ile R_{th} arasında nasıl bir ilişki olması gerektiğini belirtiniz.

Yük Direnci	Hesap I_{RL} [mA]	Hesap V_{RL} [V]	Hesap P_{RL} [mW]	Hesap P_{Rth} [mW]	Ölçme I_{RL} [mA]	Ölçme V_{RL} [V]	Ölçme P_{RL} [mW]	Ölçme P_{Rth} [mW]
$R_L=0,1R_{th}$								
$R_L=R_{th}$								
$R_L=10R_{th}$								

Tablo 1

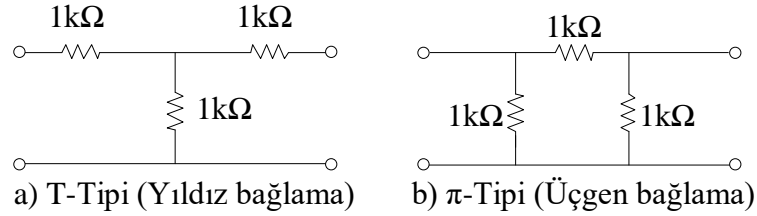
II. Bölüm

Deney Sırasında Yapılacaklar:

1. Şekil 6'daki devrede bir ucu R_2 , R_3 ve R_5 dirençlerinin bağlı olduğu düğümde olacak şekilde $10k\Omega$ değerinde bir R_6 direnci bağlayınız. R_6 direncinin diğer ucunu breadboard'daki boş bir düğüme yerleştiriniz. R_6 direncine seri ve birbirlerine paralel olacak şekilde $12k\Omega$ ve

18k Ω değerinde R₇ ve R₈ dirençlerini bağlayınız ve devrenin Thévenin ve Norton eşdeğer devrelerini çiziniz. (R₇ ve R₈ dirençlerinin diğer uçları referans düğümünde olacaktır. R₅ direnci hala yük direncidir.)

2. Şekil 7.b'deki devreyi board üzerine kurunuz.
3. $V_k=+1V$ 'a ayarlayınız. Devrenin çıkış kapısını kısa devre ediniz ($V_2=0V$). V_k gerilim kaynağını giriş kapısına uygulayınız. Giriş (I_1) akımını ölçerek Tablo-2'yi doldurunuz. Çıkış (I_2) akımını ölçerek Tablo-2'yi doldurunuz. Giriş kapısına uygulanan gerilim kaynağı $V_k=+1V$ sabit olduğundan; ölçülen I_1 akımı doğrudan y_{11} parametresine, I_2 akımı ise y_{21} parametresine eşit olur.
4. Devrenin giriş kapısını kısa devre ediniz. ($V_1=0V$) ve V_k gerilim kaynağını devrenin çıkış-kapısına uygulayınız. Daha sonra, 3. adımda olduğu gibi sırasıyla giriş ve çıkış kapısındaki akımları ölçerek Tablo-2'yi doldurunuz. Çıkış kapısına uygulanan gerilim kaynağı, $V_k=+1V$ sabit olduğundan, ölçülen I_1 akımı doğrudan y_{12} parametresine, I_2 akımı ise y_{22} parametresine eşit olur.



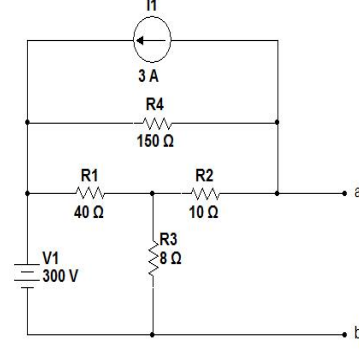
Şekil 7

KOŞULLAR	$V_1=1V$ DC, $V_2=0V$				$V_2=1V$ DC, $V_1=0V$			
	Hesap y_{11} [mho]	Hesap y_{21} [mho]	Ölçme I_1 (y_{11}) [mA]	Ölçme I_2 (y_{21}) [mA]	Hesap y_{12} [mho]	Hesap y_{22} [mho]	Ölçme I_1 (y_{12}) [mA]	Ölçme I_2 (y_{22}) [mA]
Şekil 7 a								
Şekil 7 b								

Tablo-2

Denev.4 - Sorular:

1. Bir robot kolu tasarlanacaktır. Kolu tasarlayacak olan mühendis grubu koldaki motorun güç kaybı olmadan çalışmasını istemektedir. Aşağıda robotun ana devresi bulunmaktadır ve a-b uçları robotun kolunun takılacağı uçlardır. Buna göre robotun kolu kaç Ω olarak ayarlanmalıdır ve robotun koluna aktarılan güç kaç Watt'tır ?

**Cevap:**

2. Thévenin ve Norton Teoremleri ne amaçla kullanılır, kısaca açıklayınız.

3. Bir devrede yüke maksimum güç aktarmak için yük direncinin değerini neye göre belirleriz, açıklayınız.

NOT: Cevaplar için ayrılan boşlukları kullanınız. Tüm cevaplar bilgisayar ortamında cevaplanmalı ve yazılmalıdır. Sorular sayfası cevaplarla birlikte toplamda 1 sayfayı geçmemelidir.