

DEVRE ANALİZİ

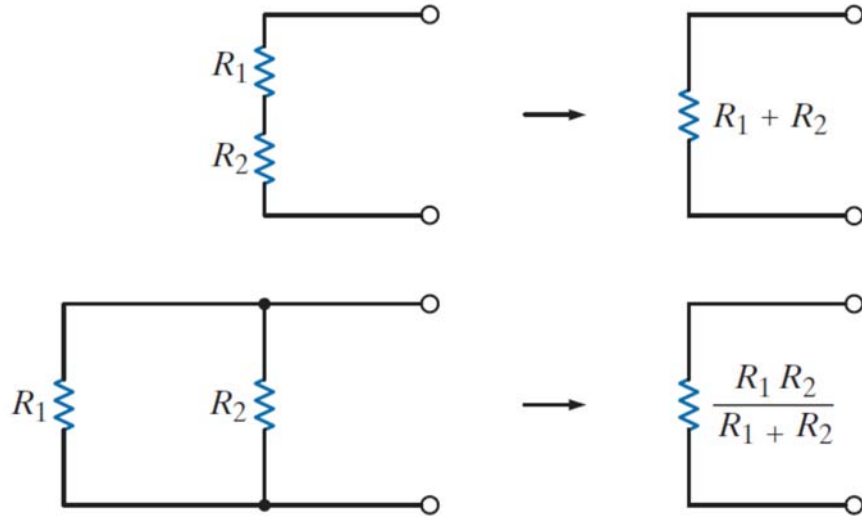
Hafta 10

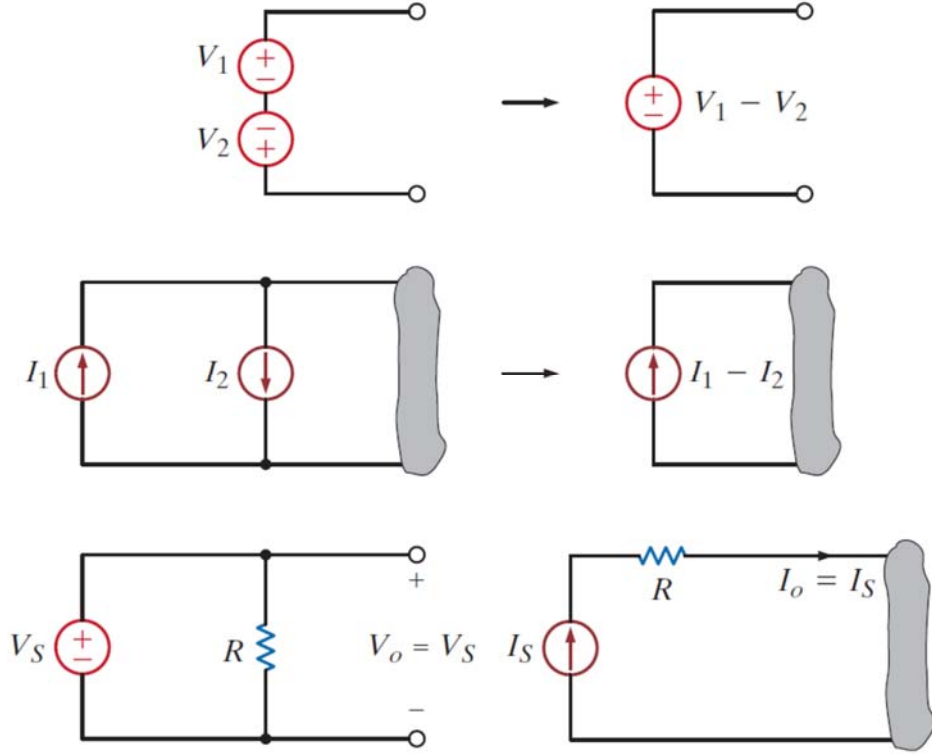
Diğer Analiz Teknikleri

Bu bölümde eşdeğerlik ve doğrusallık kavramı, süperpozisyon ilkesi, kaynak dönüşümü, maksimum güç transferi, Thevenin ve Norton eşdeğer devreleri ile devre analizi üzerinde durulacaktır.

Eşdeğerlik

Daha önce aynı türden birden fazla devre elemanının yerine geçebilecek tek elemandan bahsedilmişti. Bunlar elemanların seri, paralel veya seri-paralel kombinasyonlarından oluşmaktaydı. Ayrıca kaynakların aynı yönü işaret etmediği ve aynı değerlere sahip olmadığı durumlarda akım kaynaklarının seri, gerilim kaynaklarının ise paralel bağlantısına izin verilmeyeceğini unutmayın. Aşağıda eşdeğer devre yapıları verilmiştir.

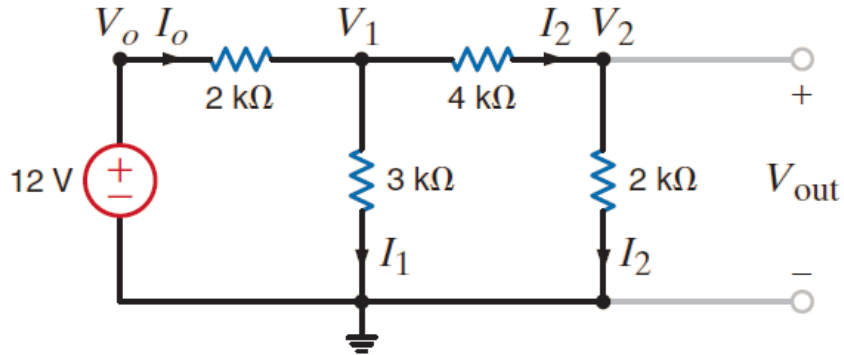




Doğrusallık

Şimdiye kadar incelenen devreler doğrusal denklem takımıyla tanımlanabilen doğrusal devrelerdi. Bundan sonra incelenecek devrelerin önemli bir kısmı da yine doğrusal devre olacaktır. Doğrusallık hem toplamsallık hem de homojenlik (ölçeklenebilirlik) özelliklerinin bulunmasını gerektirir. Bu durumu bir örnekle açıklamak uygun olacaktır.

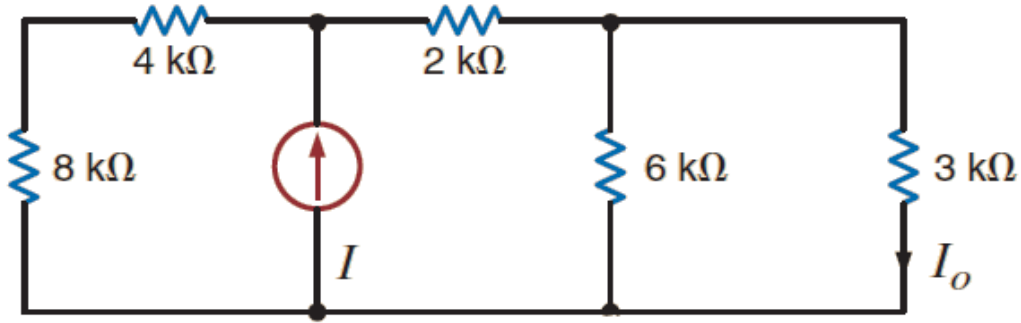
Örnek: Aşağıdaki devrede V_{out} çıkış gerilimini bulunuz.



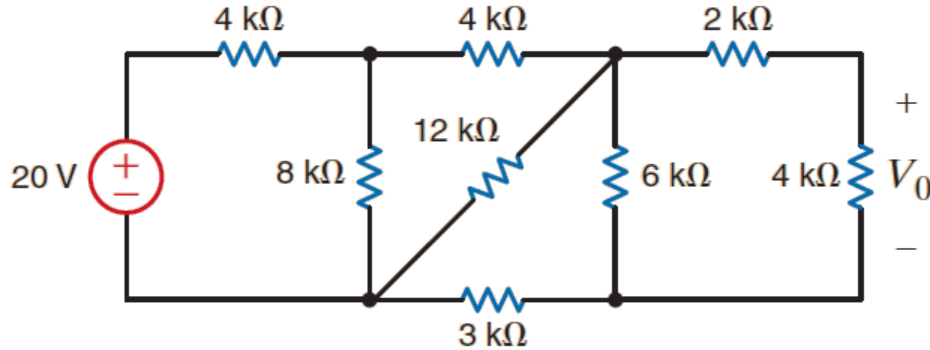
Daha önce yapılan çözümlerden farklı olarak $V_{out} = V_2 = 1\text{ V}$ olduğunu varsayalım.

Bu durumda $I_2 = \frac{V_2}{2k} = 0.5mA$ olur. Bu durumda V_1 gerilimi $V_1 = 4kI_2 + V_2$ değerine eşit olur. $V_1 = 3V$ ise $I_1 = \frac{V_1}{3k}$ eşitliğinden $1mA$ bulunur. Bu durumda $I_0 = I_1 + I_2$ eşitliğinden $1.5mA$ bulunur. Bu durumda $V_0 = 2kI_0 + V_1$ ile bulunur. V_0 eşitlikten $6V$ bulunduğu anda; çıkış gerilimi $V_{out} = 1V$ olması için kaynak geriliminin $6V$ olması gerektiği sonucuna ulaşılır. Ancak devrenin gerçek kaynak geriliminin 12 olduğu için doğrusallık özelliğinden dolayı V_{out} çıkış gerilimi $1V(\frac{12V}{6V}) = 2V$ olduğu sonucuna ulaşılır.

Örnek: Aşağıdaki devrede $I = 6mA$ ise $I_0 = 1mA$ varsayımını kullanarak I_0 akımının gerçek değerini bulunuz.



Örnek: Aşağıdaki devrede $V_0 = 1V$ varsayımını kullanarak V_0 geriliminin gerçek değerini bulunuz.

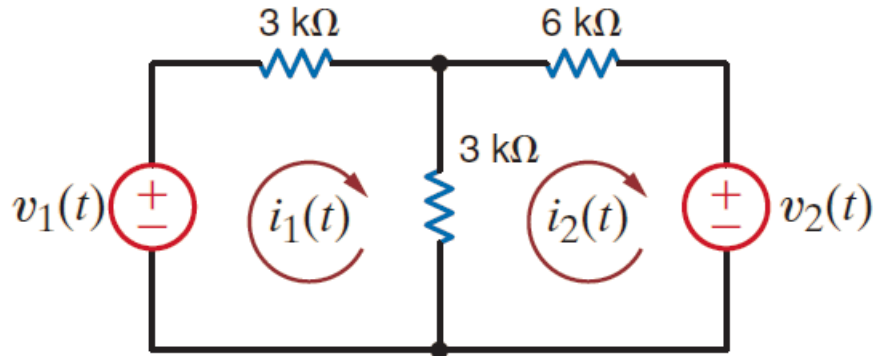


Süperpozisyon

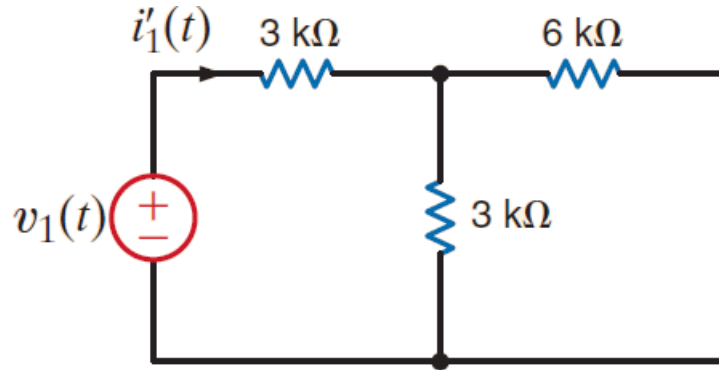
Karmaşık bir problemi, her biri tek bir kaynak içeren çok daha basit birkaç probleme indirgememizi sağlayan süperpozisyon ilkesi şu şekilde ifade edilebilir:

Çok sayıda bağımsız kaynak içeren bir doğrusal devrenin herhangi bir noktasındaki akım veya gerilim, kaynakların her birinin yalnız başına o noktada oluşturacağı akım veya gerilimlerin cebirsel olarak toplanmasıyla elde edilebilir. Bağımsız gerilim kaynakları devreden çıkarılırken kaynağın bağlı olduğu dal kısa devre edilirken, akım kaynakları devreden çıkarılırken kaynağın bağlı olduğu dal açık devre yapılır.

Bu durum aşığıdaki devrede $i_1(t)$ akımını bulurken gösterilebilir.

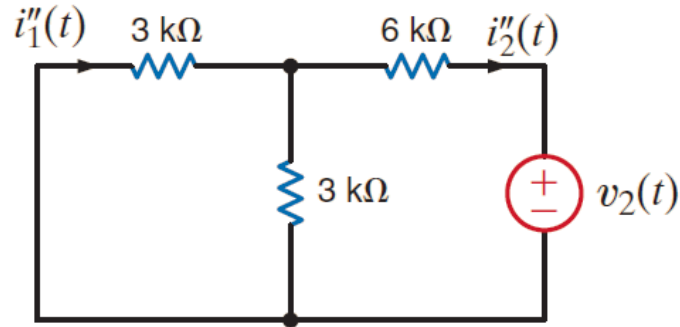


Bunun için devredeki kaynakların etkilerini teker teker incelemek gerekir. İlk olarak $v_1(t)$ kaynağının etkisine bakılırsa devre aşığıdaki gibi olur:



$$i'_1(t) = \frac{v_1(t)}{3k + \frac{(3k)(6k)}{3k + 6k}} = \frac{v_1(t)}{5k}$$

$i_1(t)$ akımının $v_2(t)$ kaynağının yalnız başına devrede olması durumundaki değerini bulalım.



Bunun için öncelikle ana kol akımı $i''_2(t)$ bulunmalıdır.

$$i_2''(t) = -\frac{v_2(t)}{6k + \frac{(3k)(3k)}{3k + 3k}} = \frac{-2v_2(t)}{15k}$$

Ardından i_1'' için akım bölüşme kuralı uygulanabilir.

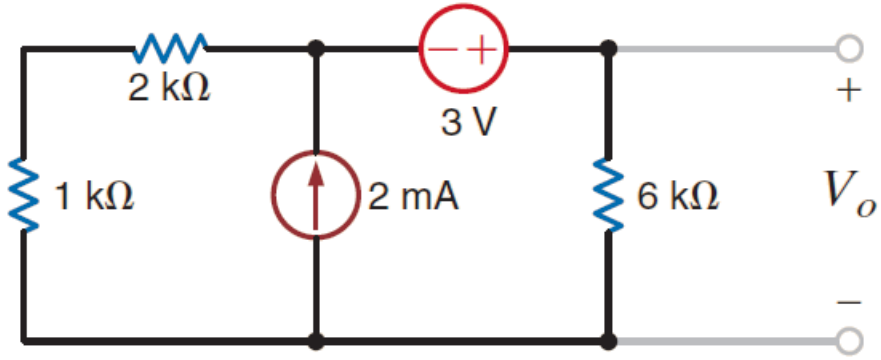
$$i_1''(t) = -\frac{2v_2(t)}{15k} \left(\frac{3k}{3k + 3k} \right) = \frac{-v_2(t)}{15k}$$

elde edilir.

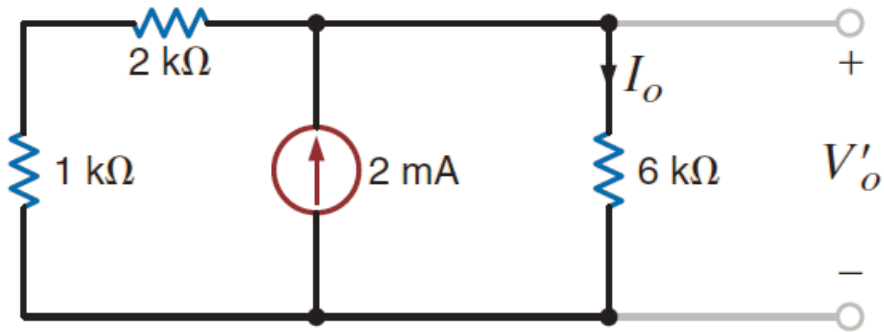
Son olarak

$$i_1(t) = i_1'(t) + i_1''(t) = \frac{v_1(t)}{5k} - \frac{v_2(t)}{15k}$$

Örnek: Aşağıdaki devrede V_o gerilimini süperpozisyon ilkesini kullanarak bulunuz.



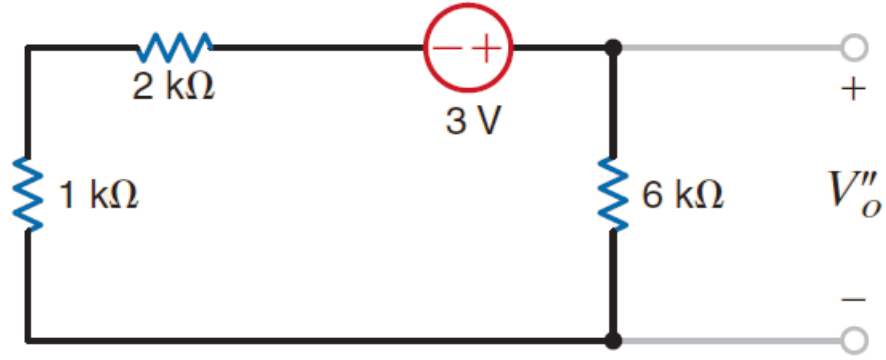
Önce 3V'luk kaynak çıkarılarak V_o' bulunur.



$$I_o = \frac{1k + 2k}{1k + 2k + 6k} 2mA = \frac{2}{3} mA$$

$$V_o' = I_o(6k) = 4V$$

2mA'lık akım kaynağı devreden çıkarıldığında ise

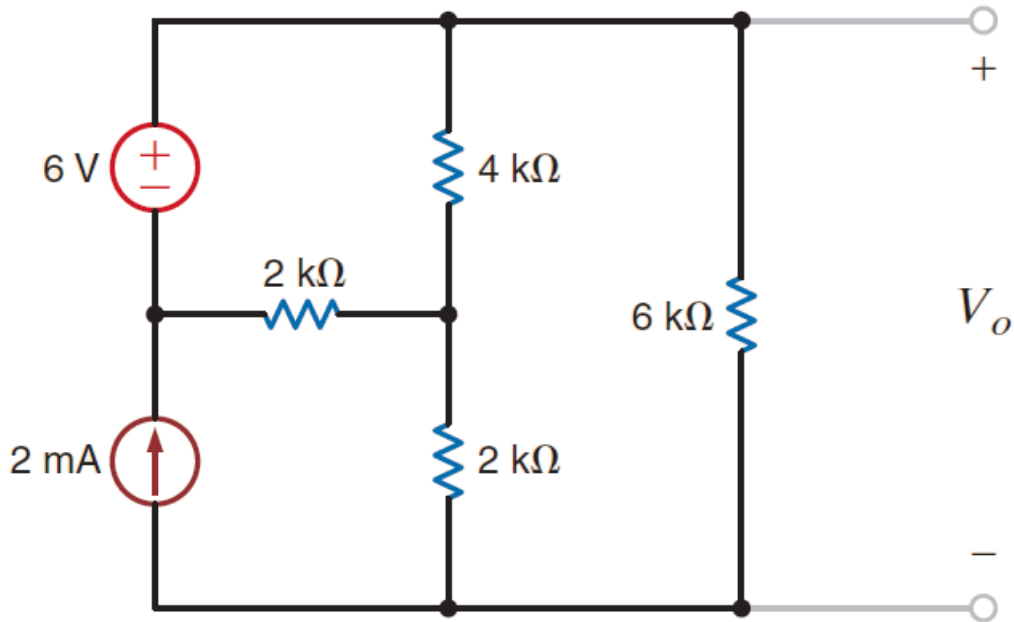


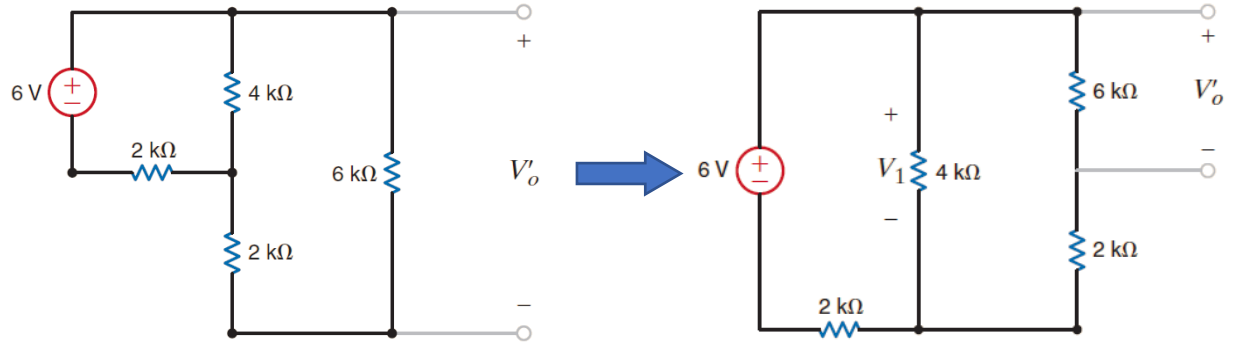
$$V_o'' = \frac{3V}{1k + 2k + 6k} (6k) = 2V$$

$$V_o = V_o' + V_o'' = 6V$$

Ödev: Aynı devrede V_o geriliminin 6V olduğunu düğüm veya çevre analizi kullanarak gösterin.

Örnek: Aşağıdaki devrede V_o gerilimini süperpozisyon ilkesini kullanarak bulunuz.





Akım kaynağı devreden çıkarılıp devre tekrar çizildiğinde sağ üstteki devre elde edilir. Sağ üstteki devrede düğüm, çevre, indirgeme yaparak eşdeğer devre üzerinden V'_o gerilimini hesaplama yoluna gidilebilir. Bu devrede 6k ve 2k seri bağlı, 4k ise onlara paralel bağlıdır. Bu seri-paralel kombinasyonun eşdeğeri $\frac{(2k+6k)(4k)}{(2k+6k)+(4k)} = \frac{8}{3}k$ olarak hesaplanır. Hesaplanan eş değeri üzerine düşen gerilim V_1 ise gerilim bölüşüm kuralı ile bulunabilir.

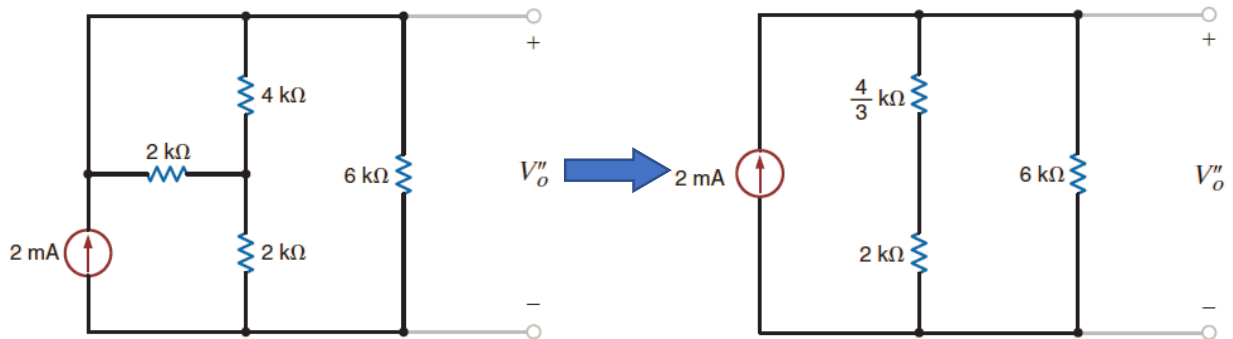
$$V_1 = 6V \left(\frac{\frac{8}{3}k}{\frac{8}{3}k + 2k} \right) = \frac{24}{7}V$$

V'_o gerilimi için yine gerilim bölüşüm kuralı uygulanırsa

$$V'_o = \frac{24}{7}V \left(\frac{6k}{6k + 2k} \right) = \frac{18}{7}V$$

bulunur.

Devreden gerilim kaynağı çıkarıldığında ise sol alttaki devre elde edilir. Bu devrede 2k ve 4k birbirine paralel bağlıdır ve eşdeğeri $\frac{4}{3}k$ olarak hesaplanır. Bu şekilde devre tekrar çizilirse sağ alttaki devre elde edilir.



Bu devrede ise $\frac{4}{3}k$ ve 2k birbirine seri, 6k ise onlara paralel bağlıdır. Bu durumda paralel kol gerilimi

$$V_o'' = \frac{\left(\frac{4}{3}k + 2k\right)(6k)}{\left(\frac{4}{3}k + 2k\right) + (6k)} 2mA = \frac{30}{7}V$$

bulunur.

Bu durumda

$$V_o = V_o' + V_o'' = \frac{18}{7}V + \frac{30}{7}V = \frac{48}{7}V$$

olur.

Süperpozisyon Yöntemi İle Problem Çözme Yolu

1. Çok sayıda bağımsız kaynak içeren devrelerde, her bir kaynağın katkısı geri kalan tüm kaynaklar sıfırlanarak bulunabilir.
2. Bir gerilim kaynağını sıfırlamak için kaynak yerine kısa devre yerleştiriniz; akım kaynağını sıfırlamak içinse kaynağı açık devre ile değiştiriniz.
3. Kaynaklar devreye tek tek uygulanırken şu ana kadar öğrendiğiniz ve bundan sonra öğreneceğiniz tüm devre yasalarını çözüm için kullanabilirsiniz.
4. Her bir kaynağı tek tek uygulayarak bulunan çözümleri cebirsel olarak, yani işaretleri ile birlikte toplayarak, tam devrenin çözümü bulunur.

Kaynaklar

1. Temel Mühendislik Devre Analizi, J. David Irwin, R Mark Nelms, Nobel Yayınevi