

İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
UYGULAMALI BİLİMLER FAKÜLTESİ
HAVACILIK ELEKTRİK VE ELEKTRONİĞİ BÖLÜMÜ

TEMEL ELEKTRİK I

HEE 101

DOÇ. DR. İNDRİT MYDERRİZİ

VII

ÖZET

- Elektrik Kaynakları: Gerilim ve Akım Kaynağı
 - Bağımsız Gerilim Kaynağı
 - Bağımsız Akım Kaynağı
 - Kaynak Dönüşümleri
- Devre Analizi Teknikleri: DGY ve ÇAY
 - Düğüm Gerilimleri Yöntemi
 - Çevre Akımları Yöntemi

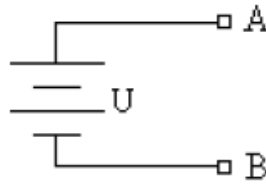
1

TEMEL ELEKTRİK I

Bağımsız Gerilim Kaynağı

Bağımsız gerilim kaynakları, hiçbir şeyden etkilenmeyen ve devreye sürekli enerji pompalayan kaynaklardır. Aktif bir elemandır enerji verir. İdeal olarak üzerinden ne kadar akım çekilirse çekilsin uçlarındaki gerilim değeri değişmeyen kaynaklardır.

U (V) değeri değişmeden sonsuz akım ve sonsuz güce sahip olduğu kaynak, DC gerilim kaynağı olarak adlandırılır. ideal gerilim kaynağına en yakın üreteç, iç direnci çok küçük olan akümülatörlerdir.



İdeal Bağımsız DC Gerilim Kaynağı

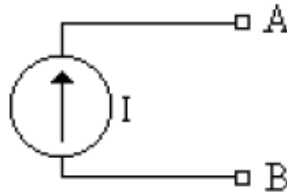
2

TEMEL ELEKTRİK I

Bağımsız Akım Kaynağı

Bağımsız akım kaynakları, uçları arasından geçen akım kendi uçları arasındaki gerilimden etkilenmeyen ve devreye sürekli akım pompalayarak enerji veren kaynaklardır. Aktif bir elemandır.

I akımı sabit olan tiplerine bağımsız DC akım kaynağı denir.

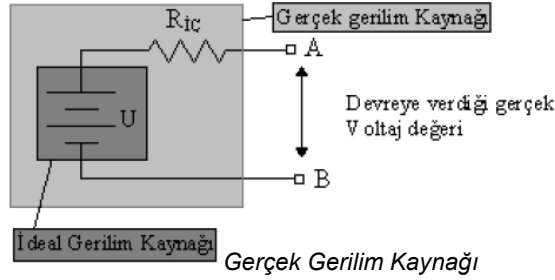


İdeal Bağımsız DC Akım Kaynağı

3

TEMEL ELEKTRİK I

İdeal olmayan kaynaklarda iç direnci ihmal edilemez ise, bir gerilim kaynağını kendisine seri bağlı bir dirençle, bir akım kaynağını da kaynağa paralel bir dirençle bağlı olarak modellemek daha doğru olur.



Şekilde ideal ve gerçek bir gerilim kaynağının durumunu gösterilmektedir.

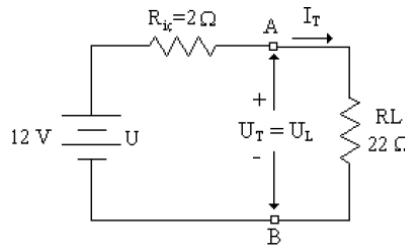
- Laboratuvarda kullanılan gerilim kaynağın iç dirençsiz hali ideal gerilim kaynağı, iç dirençli hali ise gerçek kaynağın durumunu temsil etmektedir.
- Pratikte kullanılan gerçek kaynakların az da olsa bir iç dirençleri mevcuttur.

Devre çözümlerinde iç direnç ihmal edilip ideal kaynak ile devrelerin analizi yapılır.

4

TEMEL ELEKTRİK I

Örnek: Şekilde 12 V'luk gerilim kaynağın iç direnci 2Ω olduğuna göre gerçek gerilim değerini (devreye verilen gerilim) bularak bu gerilime 22Ω 'luk bir yük direnci bağlayıp üzerinden geçen akımı bulun.



Kaynağın iç direnci kaynağa seri ve aynı zamanda R_L direncine de seridir. Buna göre kaynağın dış devreye verdiği gerilim değeri;

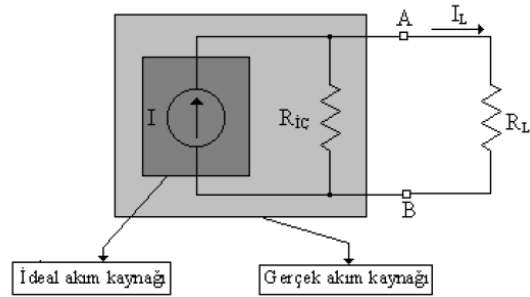
$$U_T = \left(\frac{22\Omega}{22\Omega + 2\Omega} \right) 12V = 11V \quad I_L = \frac{U_L}{R_L} = \frac{11V}{22\Omega} = 0,5A$$

İdeal bir gerilim kaynağı olsaydı o zaman yük direnci R_L elemanı üzerinden geçen akım;

$$I_L = \frac{U}{R_L} = \frac{12V}{22\Omega} = 0,545A$$

5

TEMEL ELEKTRİK I



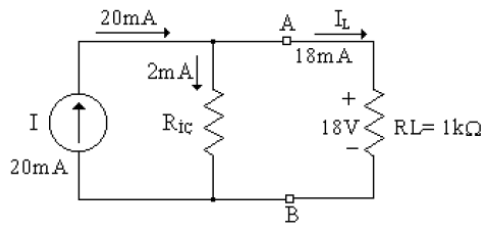
Gerçek Akım Kaynağı

Gerçek akım kaynağı, ona paralel bir iç dirençle düşünmek gerekir. Kaynağın az da olsa bir iç direnci vardır.

Örnek: Şekildeki devrede ideal akım kaynağının değeri 20 mA, yük direnci 1 kΩ ve kaynağın iç direncinin üzerinden geçen akım 2 mA'dır. Akım kaynağının iç direncini bulun.

6

TEMEL ELEKTRİK I



Bu değerlere göre Kirchhoff'un akım kanunu ile yük direncinden geçen akım bulunabilir:

$$I_L = 20mA - 2mA = 18mA$$

Yükün üzerindeki gerilim:

$$U_L = I_L \cdot R_L = 18mA \cdot 1k\Omega = (18 \cdot 10^{-3} A) \cdot (1 \cdot 10^3 \Omega) = 18V$$

Kaynağın iç direnci:

$$R_{İÇ} = \frac{U_L}{I_{İÇ}} = \frac{18V}{2mA} = \frac{18V}{2 \cdot 10^{-3} A} = 9k\Omega$$

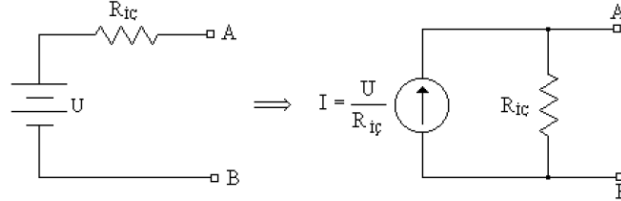
7

TEMEL ELEKTRİK I

Gerilim Kaynağından Akım Kaynağına Dönüşüm

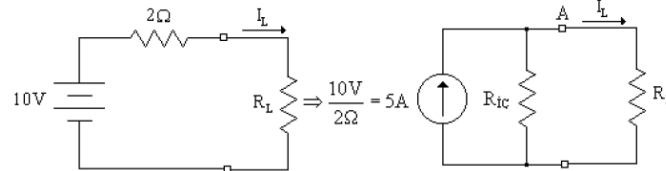
Gerilim kaynağını akım kaynağına dönüşüm yapılabilir. Bu dönüşüm esnasında kaynağın iç direncinin omik değeri değişmeden iç direnç gerilim kaynağına seri bağlı durumdayken akım kaynağına paralel bağlanır.

Akım kaynağının akım değeri ohm kanunundan $I = U/R_{iç}$ formülünde değerler yerine konularak bulunur.



Gerilim kaynağından akım kaynağına dönüşüm

Örnek:

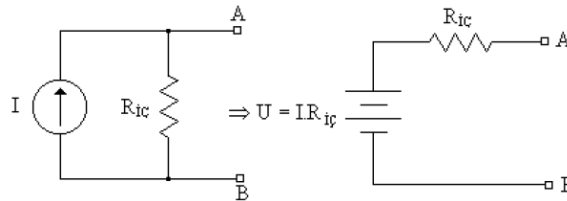


8

TEMEL ELEKTRİK I

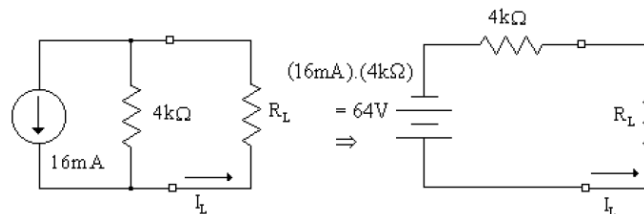
Akım Kaynağından Gerilim Kaynağına Dönüşüm

Akım kaynağından gerilim kaynağına dönüştürülürken gerilim kaynağının değeri ohm kanunundan yararlanarak bulunur. Gerilim kaynağının iç direnci ise akım kaynağının iç direncine eşit olduğundan değeri aynı fakat bağlantı şekli seri olacaktır.



Akım kaynağından gerilim kaynağına dönüşüm

Örnek:



9

TEMEL ELEKTRİK I

Düğüm Gerilimleri Yöntemi (DGY)

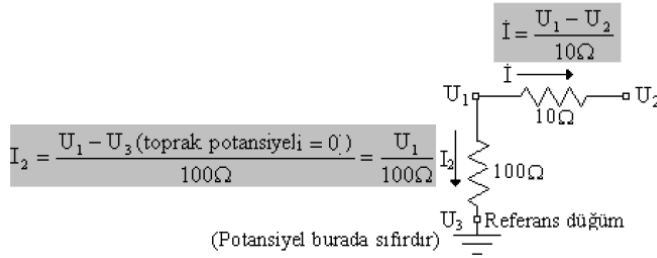
Düğüm gerilimleri ile devrelerin analizleri yapılabilir. Yöntem aşağıdaki gibi uygulanır:

- Devrede gerilim kaynakları bulunuyorsa bunun eşdeğeri olan akım kaynağına dönüşümü yapıp devre tekrar düzenlenir.
- Yeni devrede düğümler belirlenip, en kalabalık düğüm noktası referans düğüm olarak seçilir (düğüm topraklanır, potansiyel 0'a eşitlenir).
- Aktif düğümlere bir isim verilerek (U_1 , U_2 veya U_A , U_B gibi) bu düğümlere Kirchhoff'un akımlar kanunu her düğüm için ayrı ayrı uygulanır.
 - Düğüme giren akımları pozitif çıkan akımlara negatif mantığı düşünülürse; 1.düğümde çıkan akım diğer düğüme giren olduğunu unutmamak gerekir. 1.düğümde aynı akım negatif durumunda iken diğer düğüme girdiği için pozitif olacaktır.
- Kolların üzerinden geçen akımları, düğüm gerilimleri cinsinden yazarak denklem oluşturulup düğüm gerilimlerini matematik kuralları ile çözülür.
- Düğüm gerilimleri bulunduktan sonra kol akımları ve o kolun gerilimleri bulunabilir.

10

TEMEL ELEKTRİK I

İki düğüm arasındaki bir direncin üzerinden geçen akım ile referans düğüm arasında kalan bir direncin üzerinden geçen akımı düğüm gerilimleri ifadesi aşağıdaki şekilsel ve teorik olarak gösterilmiştir ($U_1 > U_2 > \dots > 0$).



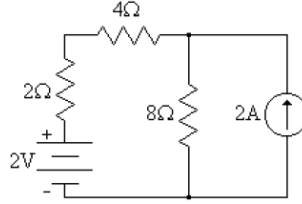
10 Ω direncin bağlı olduğu düğümlerin U_1 ve U_2 potansiyel farkı bu eleman üzerindeki gerilimi verir. Bu gerilimin direnç değerine bölümü (ohm kanunu) o kolun üzerinden geçen akımı verir.

Burada dikkat edilirse 1.düğümün geriliminin yüksek potansiyelde olduğu kabul edilmiştir. Referans düğüm olarak seçilen düğüm topraklandığından o düğümün gerilimi sıfır olur. Ondan dolayı 100 Ω direncin uçlarındaki gerilim sadece 1.düğümün gerilimine eşittir.

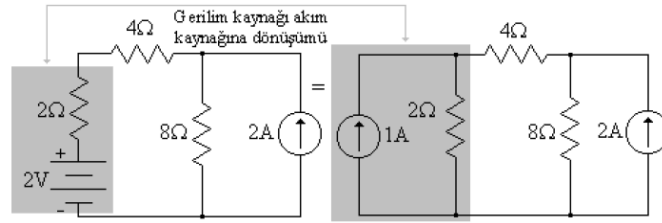
11

TEMEL ELEKTRİK I

Örnek: Şekilde verilen elektrik devresinde kol akımlarını düğüm gerilimleri yöntemi ile bulunuz.

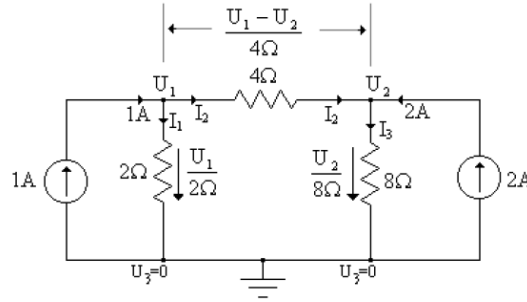


Devreye baktığınızda devrede iki aktif kaynak mevcut. Bu kaynağın birisi gerilim kaynağıdır. Bu kaynağı, çözüm düğüm gerilimleri yöntemi ile yapılacağından akım kaynağı eşdeğerine dönüştürülmesi gerekir.



12

TEMEL ELEKTRİK I



Devrede akım kaynağına dönüşüm yapıldıktan sonra devre üç düğümlü devre haline gelmiştir. En kalabalık düğüm noktası referans düğüm seçilip topraklanmıştır (U_3 gerilimi sıfıra çekilmiştir). Referans düğümü seçimi çözümü yapan kişiye göre de değişebilir. Ancak kalabalık düğümü seçmek fayda vardır, bu düğüm topraklandığında bu noktanın potansiyelinin sıfır olacağı bilinmelidir.

Dirençlerin üzerlerinden geçen akımlar düğüm gerilimleri cinsinden:

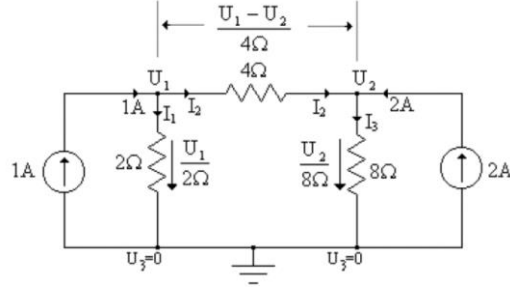
$$I_1 = I_{2\Omega} = \frac{U_1}{2\Omega}$$

$$I_2 = I_{4\Omega} = \frac{U_1 - U_2}{4\Omega}$$

$$I_3 = I_{8\Omega} = \frac{U_2}{8\Omega}$$

13

TEMEL ELEKTRİK I



Kol akımları keyfi* seçilebilir.

*İlk düğümde seçilen yön eğer çıkan alındı ise bu kol aktif ikinci düğümle ortaklaşa bağlı durumunda ise bu kolun üzerinden geçen akım çıkan alınamaz ve bu düğüme giren olarak işaretlemek zorunluluğu vardır (I_2 akımı 1.düğümünden çıkarken 2.düğüme giren durumunda). Çünkü akım aynı elemanı terk ediyorsa diğer tarafa giriyor durumundadır.

Akım yönleri belirlendikten sonra aktif düğümlere Kirchhoff'un akımlar kanunu uygulanır. Bu devrede giren akımlar pozitif çıkan akımlar negatif kabul edilmiştir.

1.düğümün akımlar kanunu denklemi: $1A - I_1 - I_2 = 0$

2.düğümün akımlar kanunu denklemi: $2A + I_2 - I_3 = 0$

14

TEMEL ELEKTRİK I

$$I_1 + I_2 = 1A \quad \Rightarrow \quad \frac{U_1}{2} + \left(\frac{U_1 - U_2}{4} \right) = 1A$$

$$I_2 - I_3 = -2A \quad \Rightarrow \quad \frac{U_1 - U_2}{4} - \frac{U_2}{8} = -2A$$

$$3U_1 - U_2 = 4A$$

$$2U_1 - 3U_2 = -16A$$

Aktif düğümlerin düğüm gerilimleri denklemleri oluşturulmuş olur. Bu denklem matematiksel yöntemlerle çözümlerse düğüm gerilimleri bulunur.

$$U_1 = 4V \quad U_2 = 8V$$

Bulunan gerilim değerleri $U_2 > U_1$ olduğuna göre direnç 4Ω üzerinde akım 2.düğümünden 1.düğüme doğru akmaktadır. Bulunan düğüm gerilimlerini önceden yazılan düğüm gerilimleri cinsinden kol akımların eşitinde yerine yazarak kol akımları bulunur.

$$I_1 = \frac{U_1 - 2V}{2\Omega} = \frac{4V - 2V}{2\Omega} = \frac{2V}{2\Omega} = 1A$$

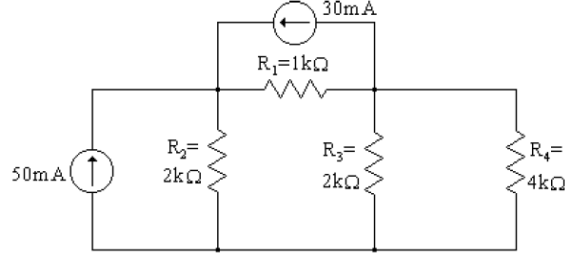
$$I_2 = \frac{U_1 - U_2}{4\Omega} = \frac{4V - 8V}{4\Omega} = -1A$$

$$I_3 = \frac{U_2}{8\Omega} = \frac{8V}{8\Omega} = 1A$$

15

TEMEL ELEKTRİK I

Örnek: Şekildeki devrede R_4 üzerinden geçen $I_{4k\Omega}$ akımı düğüm gerilimleri yöntemi ile bulunuz.



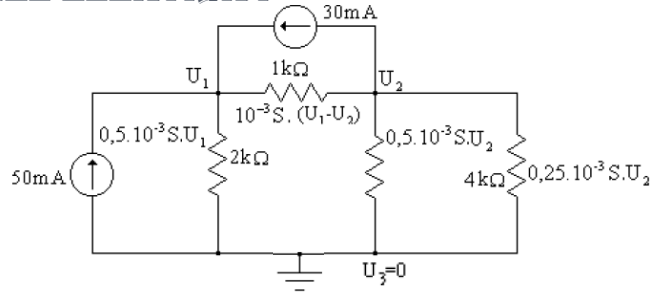
Direnç değerleri yerine iletkenlik değerleri kullanılsın.

$$G_1 = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{1.10^3 \Omega} = 10^{-3} S \quad G_2 = \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2k\Omega} = 0,5 \cdot 10^{-3} S$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2k\Omega} = \frac{1}{2 \cdot 10^3 \Omega} = 0,5 \cdot 10^{-3} S \quad G_4 = \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4k\Omega} = 0,25 \cdot 10^{-3} S$$

16

TEMEL ELEKTRİK I



Her düğüm için Kirchhoff'un akımlar kanunu uygulanırsa (devrede elemanların üzerlerinden geçen akım, iletkenlik ve düğüm gerilimleri çarpı olarak gösterilmiştir):

1.düğüm denklemi: $50 \cdot 10^{-3} + 30 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_1 + 10^{-3} \cdot (U_1 - U_2)$

2.düğüm denklemi: $10^{-3} \cdot (U_1 - U_2) = 30 \cdot 10^{-3} + 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_2 + 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot U_2$

$$\begin{aligned} 1,5U_1 - U_2 &= 80 \\ U_1 - 1,75U_2 &= 30 \end{aligned} \Rightarrow U_2 = 21,54V$$

U_1 düğüm gerilimini bulmaya gerek yok çünkü R_4 direnci sadece U_2 düğümü ve referans düğüme bağlı durumda, üzerinden geçen akım:

$$I_{4k\Omega} = 0,25 \cdot 10^{-3} U_2 = (0,25 \cdot 10^{-3} S) \cdot (21,54V) = 5,39A$$

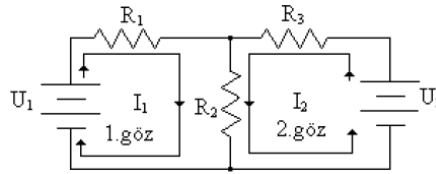
17

TEMEL ELEKTRİK I

Çevre Akımları Yöntemi (ÇAY)

Çevre akımları ile devrelerin analizleri yapılabilir. Yöntem aşağıdaki gibi uygulanır:

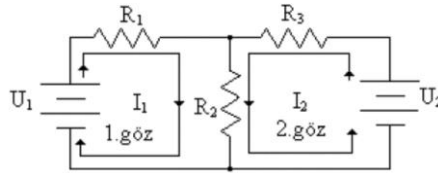
- Devrenin her bir gözü için bir çevre akımı seçilir.
- Gözlerden seçilen çevre akımlarına göre Kirchhoff'un gerilimler denklemi, her göz için yazılır.
- Göz adedi kadar bilinmeyen çevre akımı ve denklem bulunur.
- Denklem çözülerek her bir gözün çevre akımları hesaplanır.
- Çevre akımlarından kol akımları kolaylıkla bulunabilir.



Şekildeki devrenin analizi çevre akımlar yönteminin kurallarını uygulayarak (çevre akımlarını ve kol akımlarını belirleyerek) gerçekleştirin.

18

TEMEL ELEKTRİK I



Devrede iki göz vardır. Bu devre çözümü için iki adet denklem yazılacaktır. Çevre yapılması gereken her göz için Kirchhoff'un gerilimler kanunundan gözlerin denklemi oluşturulur. I_1 ve I_2 göz için seçilen çevre akımlarıdır. Bu akımların dolaştığı yerleri şekilde gösterilmiştir. Bu akımların dolaştığı yerlere göre gerilimler denklemi;

1.gözün gerilim denklemi: $I_1 \cdot R_1 + (I_1 + I_2) \cdot R_2 = U_1$

2.gözün gerilim denklemi: $I_2 \cdot R_3 + (I_2 + I_1) \cdot R_2 = U_2$

Matematiksel düzenlemeler yapılarak bu devre için gözlerin gerilim denklemleri çıkar

$$I_1 \cdot (R_1 + R_2) + I_2 \cdot R_2 = U_1$$

$$I_1 \cdot R_2 + (R_1 + R_2) \cdot I_2 = U_2$$

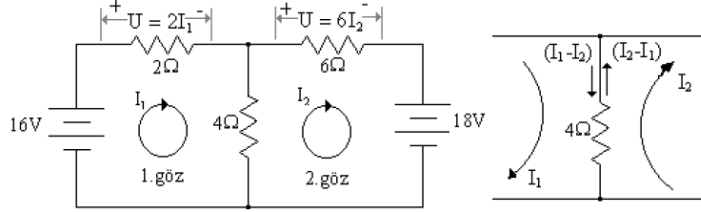
Denklem çözümünden faydalanılarak I_1 ve I_2 çevre akımları bulunur.

Çevre akımlarının yönlerini keyfi seçilebilir. Fakat alınan yöne göre denklem doğru olarak oluşturulması gerekir.

19

TEMEL ELEKTRİK I

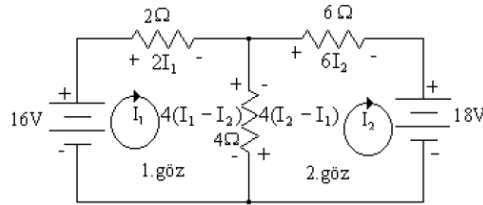
Örnek: Şekildeki devrenin, çevre akımlar yönteminden yararlanarak çevre, eleman (kol) üzerlerinden geçen akımları ve eleman uçlarındaki gerilim değerlerini bulunuz.



Devrede iki göz olduğundan I_1 ve I_2 iki çevre akımı ve yönleri saat ibresi yönünde seçilmiştir. Bu çevre akımlarına göre 2Ω direnç üzerindeki gerilim $(2\Omega)(I_1)=2I_1$ ve kutupları şekil üzerindeki gibi olur. 6Ω direnç uçlarındaki gerilim de ohm kanununa göre $6I_2$ ve kutupları şekildeki gibidir. 2Ω dirençten I_1 , 6Ω dirençten ise sadece I_2 akımları geçtiğinden çevre akımı ile kol akımları eşittir. 4Ω direnç uçlarındaki gerilim; 1.göz için akım değeri (I_1-I_2) üzerindeki gerilim $4(I_1-I_2)$, 2.göz için akım değeri (I_2-I_1) üzerindeki gerilim $4(I_2-I_1)$ olur.

20

TEMEL ELEKTRİK I



Eğer akım yönleri farklı olmasaydı, farkları değil toplamaları olurdu. Dikkat edilirse 4Ω üzerinden her iki çevre akımı da akmakta ve bu akımların yönleri farklı olduğu için birbirlerinden çıkartılmıştır.

Her göz için gerilimler kanunu uygulayarak denklemler elde edilir.

$$1.\text{göz için: } 2I_1 + 4(I_1 - I_2) = 16$$

$$2.\text{göz için: } 6I_2 + 4(I_2 - I_1) + 18 = 0$$

$$6I_1 - 4I_2 = 16 \quad \Rightarrow \quad I_1 = 2A$$

$$-4I_1 + 10I_2 = -18 \quad \Rightarrow \quad I_2 = -1A$$

Bu sonuçlara göre 2Ω üzerinden alınan yönde 2 A, 6Ω üzerinden (-1 A) alınan yönün tam tersi yönde akım akmaktadır. 4Ω üzerindeki akım şekil üzerinde gösterildiği her iki duruma göre bulunursa;

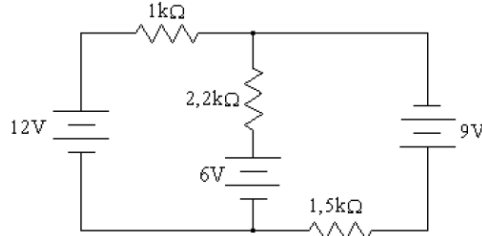
$$I_{4\Omega} = I_1 - I_2 = 2A - (-1A) = 3A$$

$$I_{4\Omega} = I_2 - I_1 = (-1A) - (2A) = -3A$$

21

TEMEL ELEKTRİK I

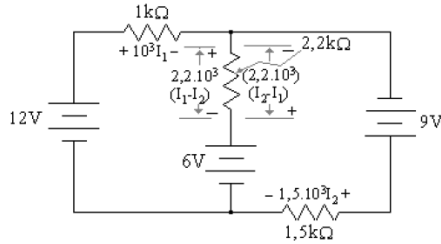
Örnek: Şekildeki verilen devrede eleman uçlarındaki gerilim düşümünü çevre akımlar yönteminden yararlanarak bulunuz.



İki gözlü, iki çevre akımı olacaktır. Bu akımlara göre gözlerin gerilim denklemi;

$$1.\text{göz} \quad 10^3 I_1 + 2,2 \cdot 10^3 (I_1 - I_2) + 6 = 12$$

$$2.\text{göz} \quad 1,5 \cdot 10^3 I_2 + 2,2 \cdot 10^3 (I_2 - I_1) = 6 + 9$$



$$3,2 \cdot 10^3 I_1 - 2,2 \cdot 10^3 I_2 = 6$$

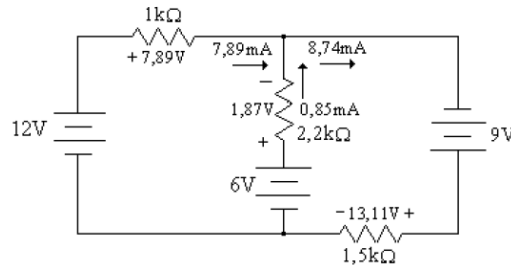
$$-2,2 \cdot 10^3 I_1 + 3,7 \cdot 10^3 I_2 = 15$$

↓

$$I_1 = 7,89\text{mA} \quad I_2 = 8,74\text{mA}$$

22

TEMEL ELEKTRİK I



Çevre akımlarından faydalanılarak $I_{2,2k\Omega}$ akım değeri bulunabilir;

$$I_{2,2k\Omega} = I_1 - I_2 = 7,89\text{mA} - 8,74\text{mA} = -0,85\text{mA}$$

$$U_{2,2k\Omega} = (0,85\text{mA}) \cdot (2,2k\Omega) = 13,11\text{V}$$

1 kΩ üzerinden 1.çevre, 1,5 kΩ üzerinden 2.çevre akımı aktığından bu direnç uçlarındaki gerilim değerleri aşağıdaki şekilde bulunur.

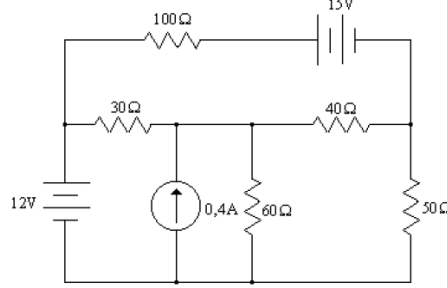
$$U_{1k\Omega} = I_1 \cdot 1k\Omega = (7,89\text{mA}) \cdot (1k\Omega) = 7,89\text{V}$$

$$U_{1,5k\Omega} = I_2 \cdot 1,5k\Omega = (8,74\text{mA}) \cdot (1,5k\Omega) = 13,11\text{V}$$

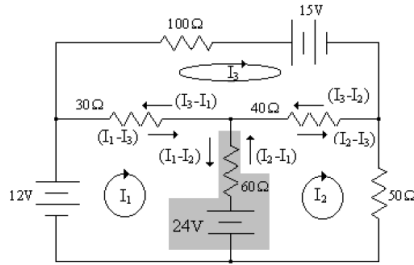
23

TEMEL ELEKTRİK I

Örnek: Şekildeki devre için çevre akımların denklemlerini yazınız.



Devrede akım kaynağını gerilim kaynağına dönüştürüp yeni devre oluşur:



Akım kaynağı gerilim kaynağına dönüşüm yapılarak ohm kanunundan değeri bulunur.

$$U = (0,4A) \cdot (60\Omega) = 24V$$

24

TEMEL ELEKTRİK I

Verilen üç gözlü devre ve üç çevre akımı şekilde gösterildiği gibi yönler belirlenmiş kol akımlarının çevre akımları cinsinden şekil üzerinde gösterilmiştir.

Her gözün çevre denklemini Kirchhoff'un gerilimler kanunu ile oluşturulabilir:

- 1.göz $(I_1 - I_3)30 + (I_1 - I_2)60 + 24 = 12$
- 2.göz $(I_2 - I_1)60 + (I_2 - I_3)40 + 50I_2 = 24$
- 3.göz $100I_3 + (I_3 - I_2)40 + (I_3 - I_2)30 + 15 = 0$

Çevre akımlarını içeren denklemler aşağıdaki gibi olur.

$$\begin{aligned} 90I_1 - 60I_2 - 30I_3 &= -12 \\ -60I_1 + 150I_2 - 40I_3 &= 24 \\ -30I_1 - 40I_2 + 170I_3 &= -15 \end{aligned}$$

25