Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü

FZM207

Temel Elektronik-I

Prof. Dr. Hüseyin Sarı

2. Bölüm

Dirençli Devreler-1

2. Bölüm: Dirençli Devreler

İçerik

- Temel Yasaların Doğrudan Uygulanışı
- Kaynak Gösterimi ve Dönüşümü
- Düğüm Noktası Gerilim Yöntemi
- İlmek Akım Yöntemi
- Bağımlı Kaynaklı Devrelerde Düğüm Noktası ve İlmek Denklemleri
- Devre İndirgenmesi
- Üst-Üste Binme İlkesi
- Thevenin Teoremi

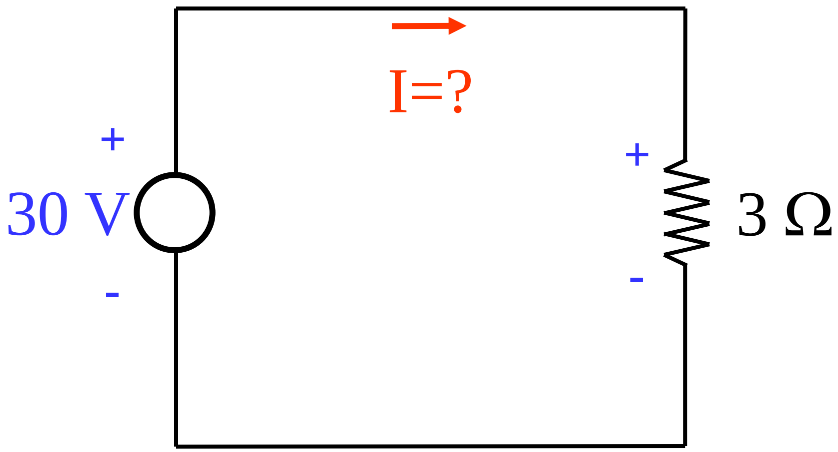
Bu derste,

- Dirençli devrelerin çözümlemesi yapılacak,
- Devre çözümlemesi için sistematik yöntemler geliştirilecek,
  - Temel yasaların doğrudan uygulanışı,
  - Gerilim yöntemi,
  - Akım yöntemi
- Kaynak dönüşümü,
- Thevenin ve Norton teoremleri

öğrenilmiş olacak.

Motivasyon

Aşağıdaki devrede dolanan akım nedir?

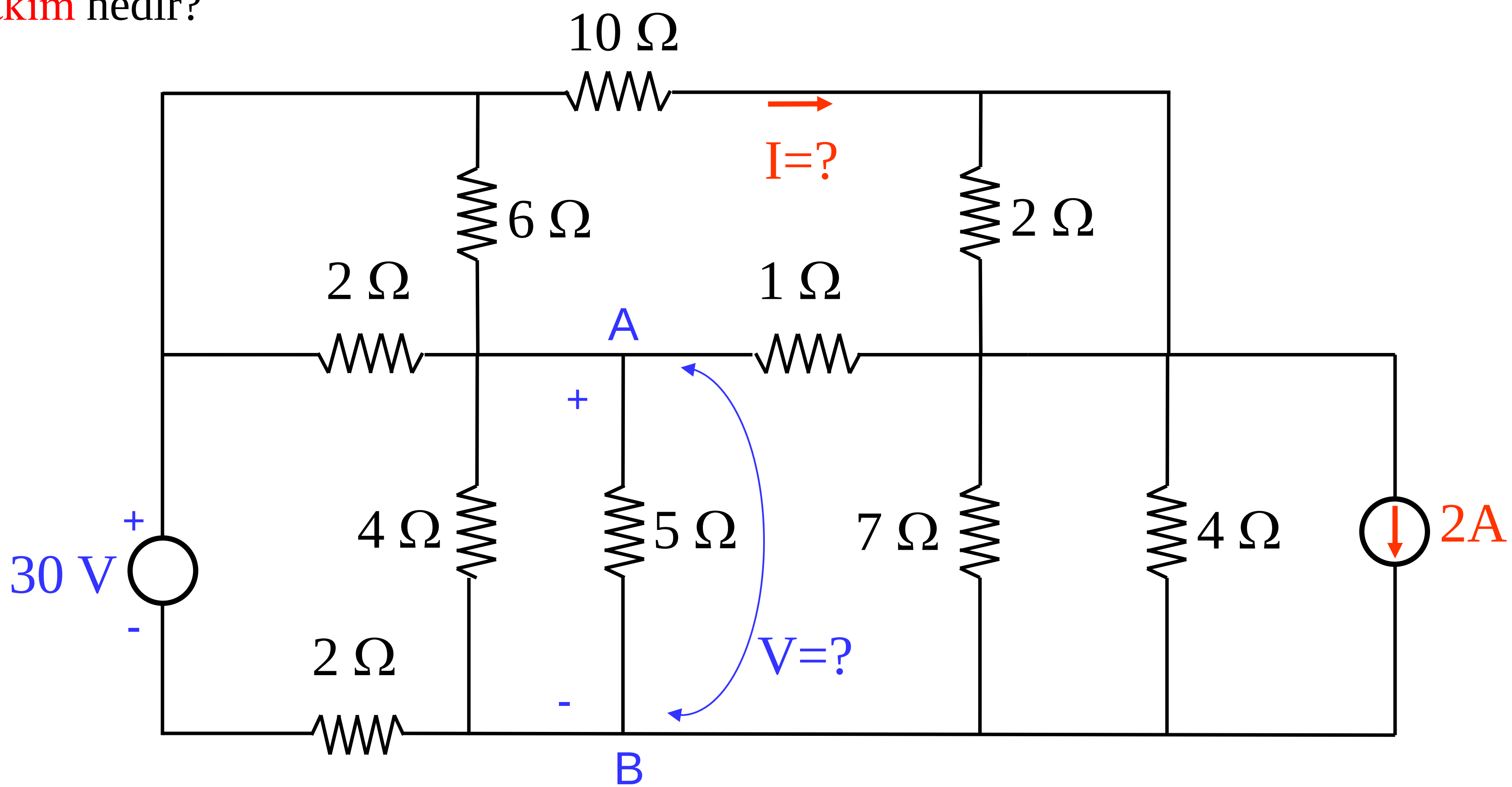


$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30V}{3\Omega} = 10A$$

Motivasyon

Aşağıdaki devrede A ve B noktaları arasındaki gerilim ve 10 Ω üzerinden geçen akım nedir?

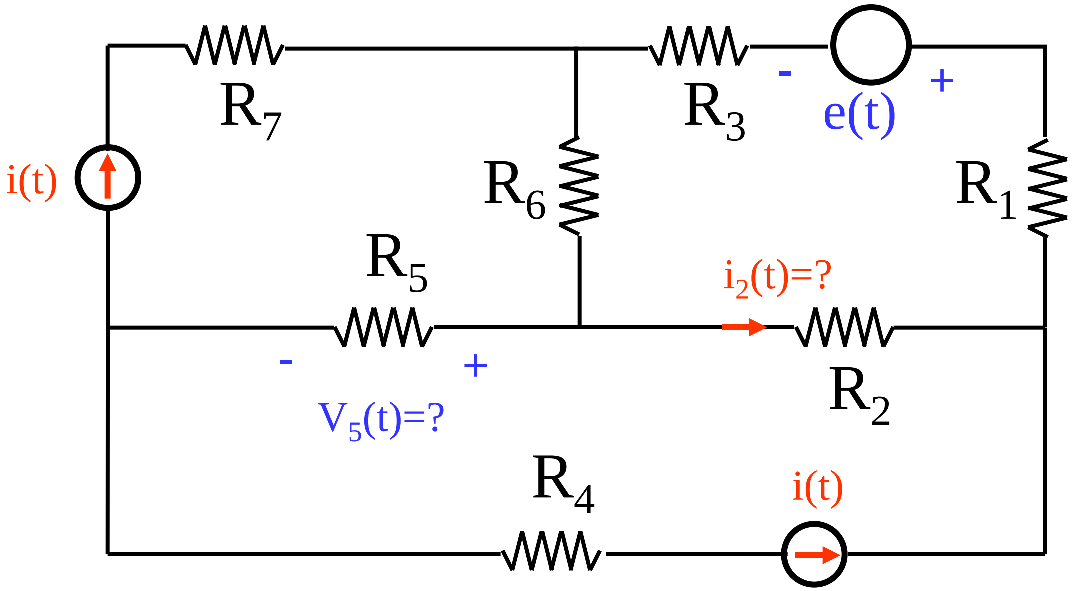


Bu devreyi çözmek göründüğü kadar kolay değildir?

Devre ne kadar karmaşık olursa olsun, sistematik bir yol izleyerek devrenin analizini basitleştireceğimiz bir yöntem var mı?

Temel Yasaların Doğrudan Uygulanışı

- En genel biçimde bir elektrik devresi, uyarmayı sağlayan bir ya da daha fazla **kaynak** (akım ve gerilim) ile çok sayıda ilmek ve çok sayıda kavşaktan (düğüm noktasından) oluşur.



- *Bilinen nicelikler* çoğu kez gerilim kaynağı gerilimi (***e(t)***) ve akım kaynağı akımları (***i(t)***) olacaktır.

- *Bilinmeyen nicelikler* ise gerilim kaynaklarının akımları, akım kaynaklarının gerilimleri ve devre öğeleri (direnç) üzerindeki gerilim ($v_5(t)$) ve akımlar ($i_2(t)$) olacaktır.

Temel Yasaların Doğrudan Uygulanışı

Bilinmeyen niceliklerin bulunması için kullanılan denklemler:

- Kirchhoff Akım Yasası (KAY) denklemleri,
- Kirchhoff Gerilim Yasası (KGY) denklemleri,
- Öğelerin Gerilim-Akım (Ohm Yasası) bağıntıları

Amaç, devrede bilinmeyen sayısı kadar denklem yazmak

olmak üzere üç sınıfta toplanabilir.

Bağımsız denklemlerin toplam sayısı bilinmeyen niceliklerin sayısına eşit olmak zorundadır!

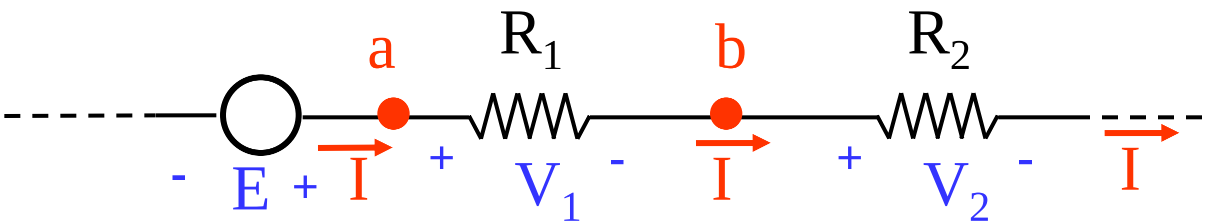
Her sınıfta, aşağıda belirlenen sayılar kadar bağımsız denklem bulunur:

1. Öğelere özgü bağımsız Gerilim-Akım denklemlerinin sayısı öğelerin sayısına eşittir
2. Bağımsız KAY denklemlerinin sayısı kavşakların sayısının bir eksiğine eşittir.
3. Bağımsız KGY denklemlerinin sayısı bağımsız ilmeklerin sayısına eşittir (*Bağımsız bir ilmek, öteki denklemlerde bulunmayan en az bir bilinmeyen gerilimi içeren bir KGY denklemi olan bir ilmektir*).

Devre Analizlerinde İzlenecek Yol

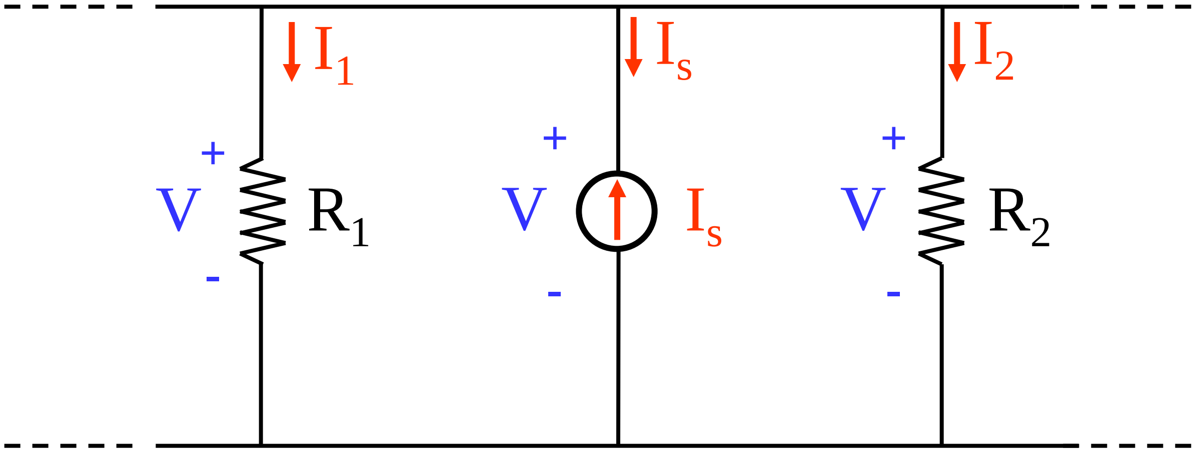
Değişkenlerin belirlenmesini kolaylaştıran iki devre biçimi vardır:

Seri Bağlı Devre



Ortak Akım (I)

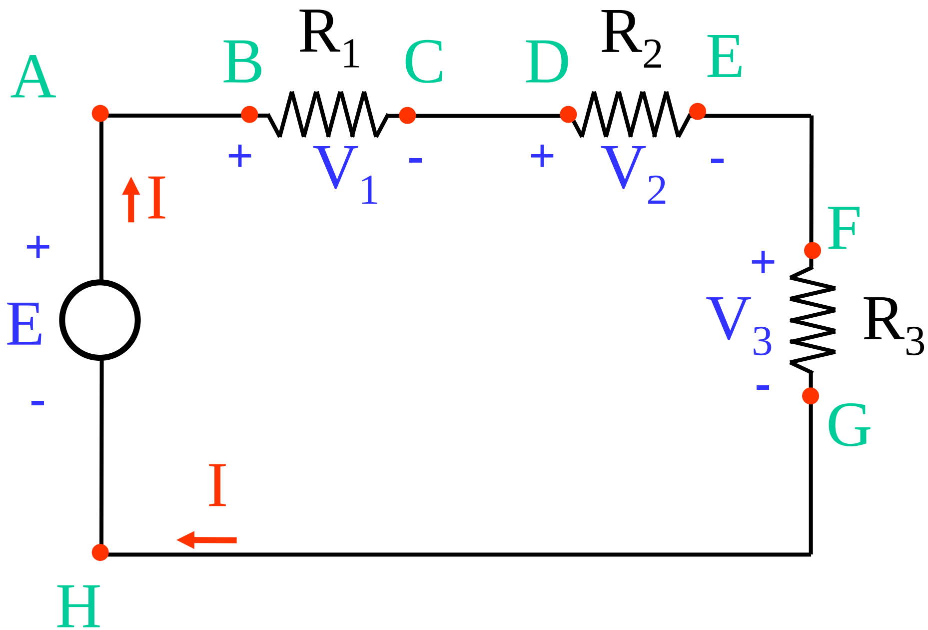
Paralel Bağlı Devre



Ortak Gerilim (V)

Bir Elektrik Devresinin Mekanik Eşdeğeri

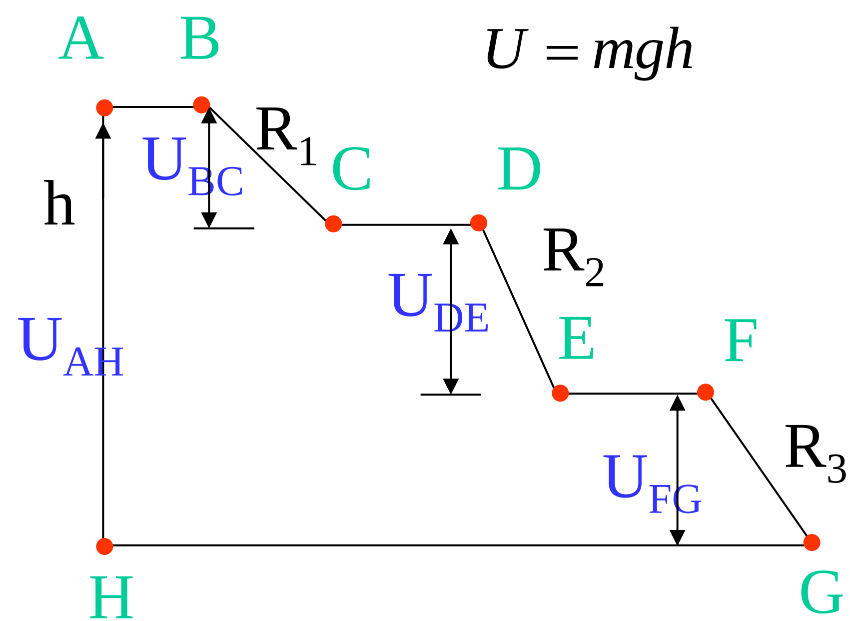
Devre akım ve gerilimi



Mekanik eşdeğer

$Po\tan siyel\ Enerji$

$U = mgh$



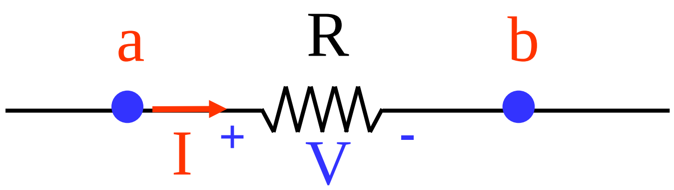
$$+E - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

$$EV = V_1 + V_2 + V_3$$

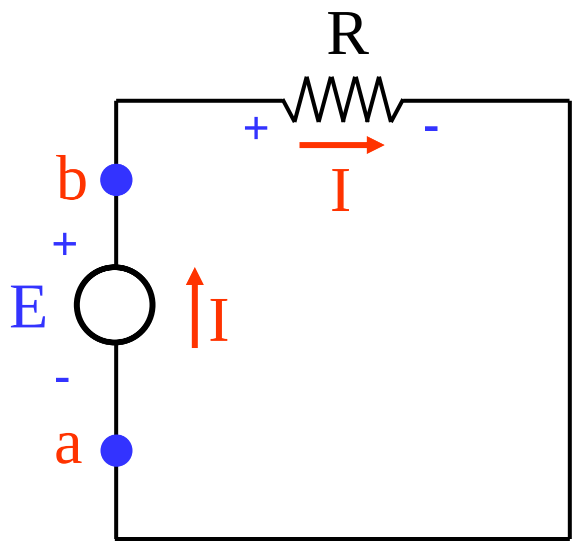
$$U_{AH} - U_{BC} - U_{DE} - U_{FG} = 0$$

$$U_{AH} = U_{BC} + U_{DE} + U_{FG}$$

Devre Analizlerinde İzlenecek Yol-Notasyon

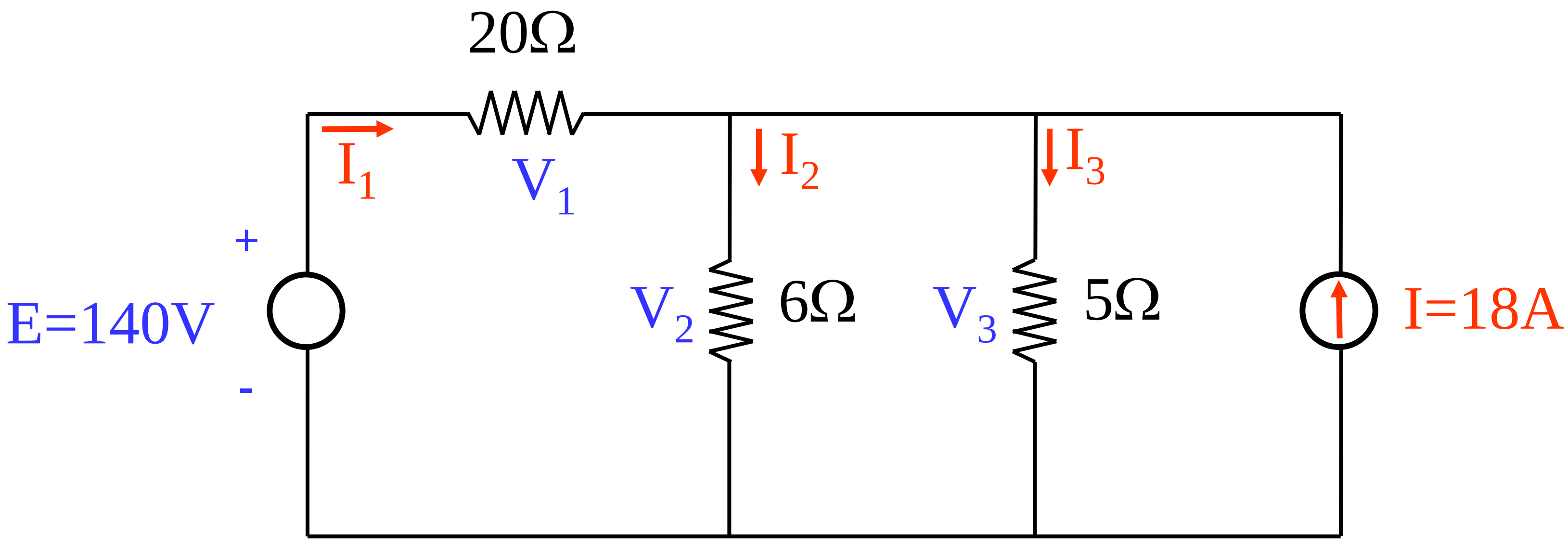


Eğer akım, R direnci üzerinden a'dan b'ye doğru akıyor ise a noktası, b noktasından daha yüksek potansiyele sahiptir; diğer türlü akım a'dan b'ye akmaz!



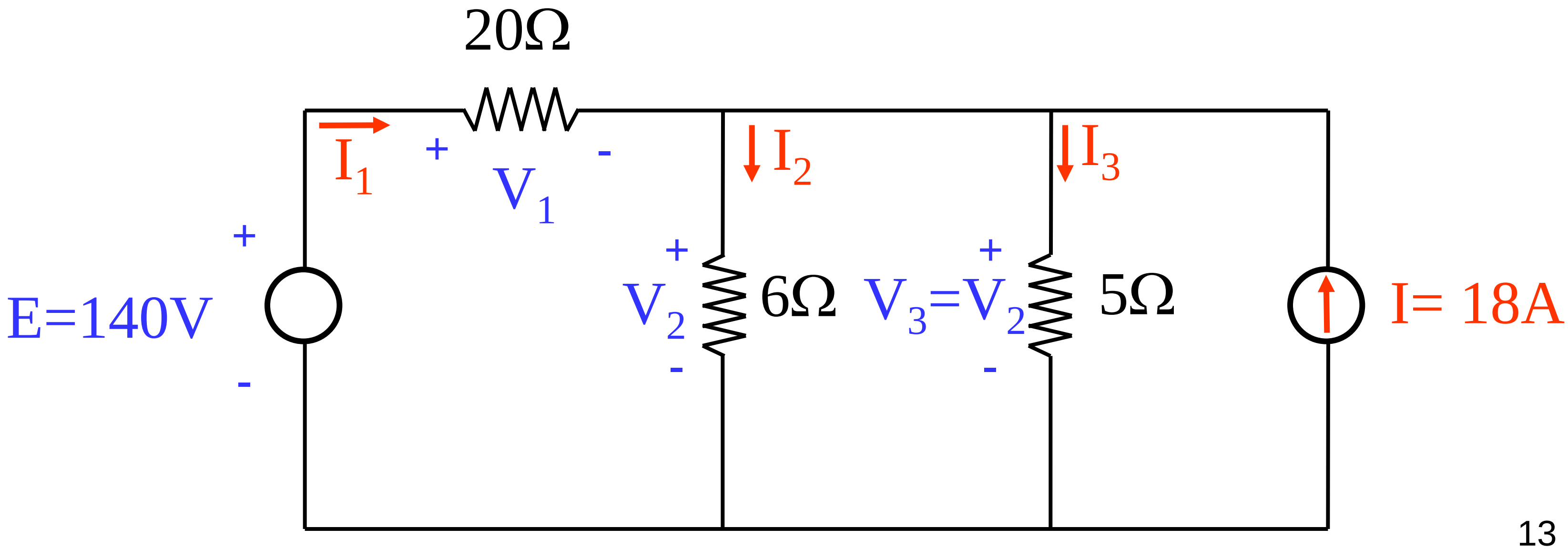
Gerilim kaynağı, devreye güç sağladığı için akımın yönü a'dan (negatif) b'ye (pozitif) doğrudur. Yukarıdaki durumun tersi olduğuna dikkat ediniz!

Örnek 2.1: Aşağıdaki devrede bilinmeyen gerilimleri (V_1, V_2 ve V_3) ve akımları (I_1, I_2 ve I_3) bulunuz. Ayrıca, kaynakların devreye verdiği gücün dirençlerin soğurduğu güce eşit olduğunu gösteren güç dengesi için bir ifade yazınız.



Çözüm: Çözüm için ilk yapılacaklar bilinmeyen gerilimler ve akımlar için referans yönlerinin belirlenmesidir.

- 140 V'luk kaynak ve 20 Ω'luk direnç seri bağlı olduklarından her ikisinden de I_1 akımı geçer. Dolayısı ile V_1 gerilimi şekildeki gibidir (akımın girdiği nokta pozitif, çıktığı nokta ise negatif)
- 6 ve 5 Ω'luk dirençler ve 18 A'lik akım kaynağı paralel bağlıdır, dolayısı ile bunlar ortak bir V gerilimi (V_2=V_3) görürler. Buna göre I_2 ve I_3 akımları aşağıdaki gibi belirlenir.

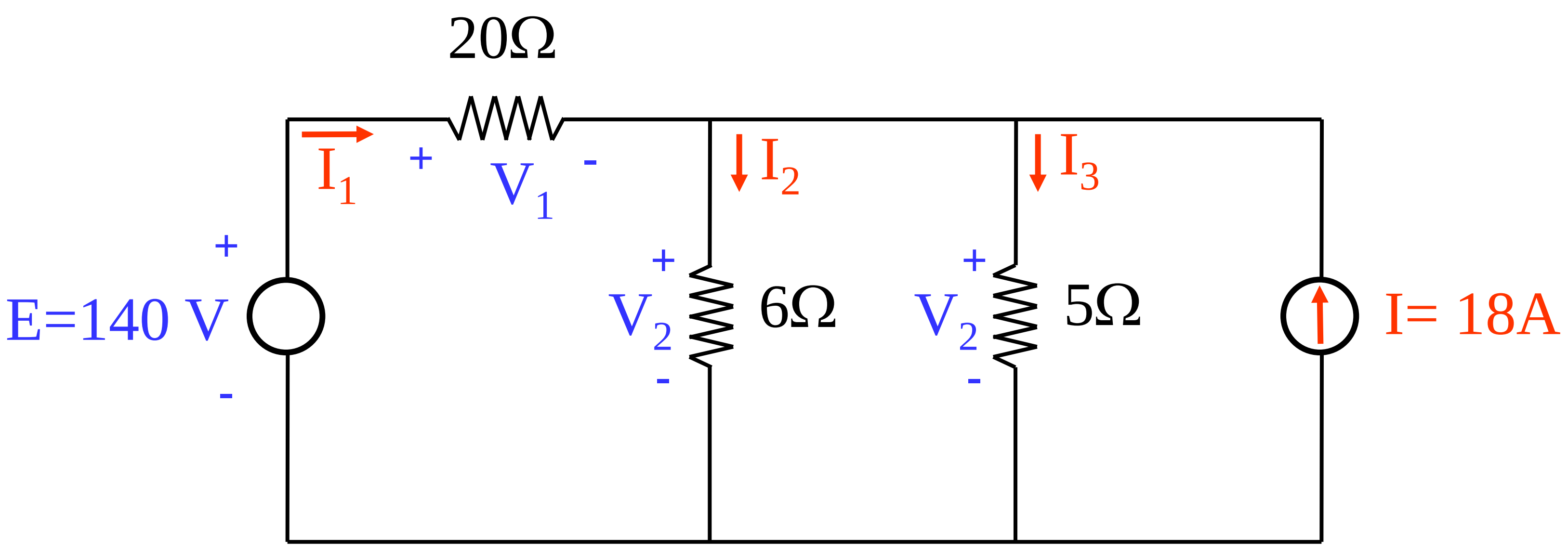


1. Adım: Birinci Grup denklemler, öğelerin Gerilim-Akım bağıntılarıdır. Devrede 3 adet direnç olduğundan, 3 adet Ohm yasası denklemi yazılabilir:

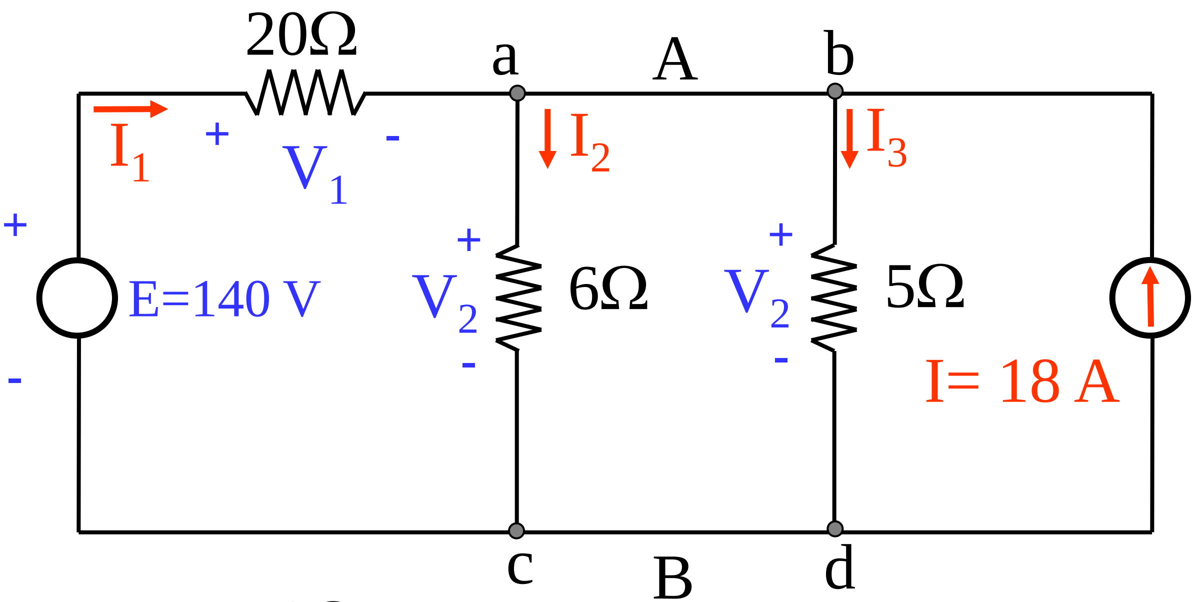
20 Ω'luk direnç: $V_1 = (20\Omega) I_1$ 1

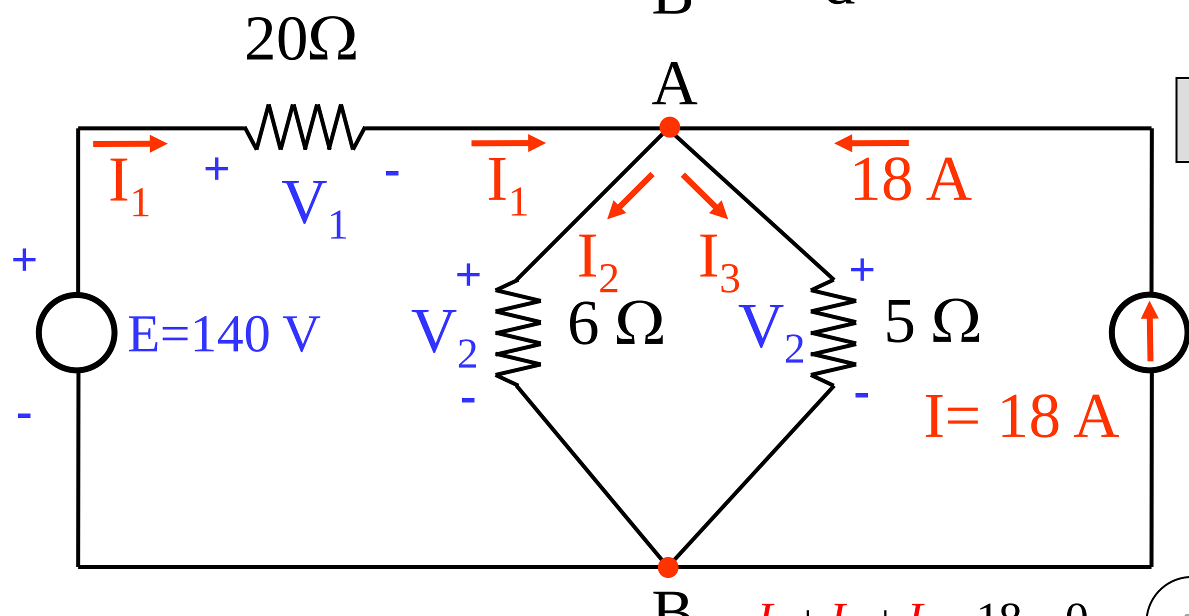
6 Ω'luk direnç: $V_2 = (6\Omega) I_2$ 2

5 Ω'luk direnç: $V_3 = (5\Omega) I_3 = V_2$ 3



2. Adım: KAY denklemleri yazılır. Kavşakların sayısı 4 tane (a, b, c ve d) görünmesine rağmen aslında iki tanedir (ab=A ve cd=B).





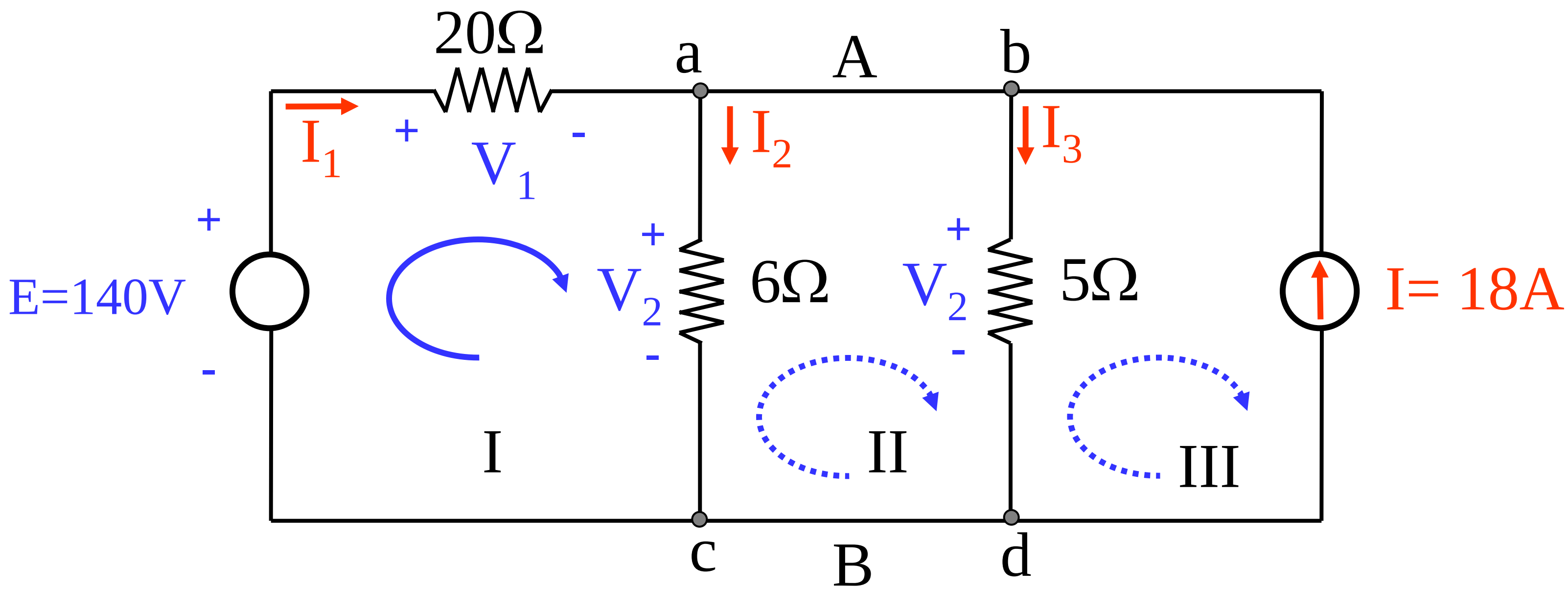
$$-I_1 + I_2 + I_3 - 18 = 0$$ 4

A noktası için KAY denklemi:

$$I_1 - I_2 - I_3 + 18 = 0$$ 4

B noktası KAY denklemi, A ile aynı olacaktır (*Bağımsız kavşakların sayısı kavşak sayısından bir eksiktir*).

3. Adım: KGY denklemleri yazılır. Devredeki tek bağımsız ilmek soldaki (I) ilmektir (Diğer ilmekler (II ve III) aynı bilinmeyeni vereceği için bağımsız değillerdir).



KGY denklemleri (I):

$$+140 - V_1 - V_2 = 0 \quad \ldots\ldots 5$$

KGY denklemleri (II):

$$+V_2 - V_2 = 0$$

KGY denklemleri (III):

$$+V_2 - V_2 = 0$$

Aynı!
(II ve III ilmek bağımsız ilmek değildir!)

Yukarıdaki beş denklemin ortak çözümleri herhangi bir yöntemle bulunabilir.

Ohm Yasası (R_1)	$V_1 = (20\Omega) I_1 \quad \ldots\ldots 1$
Ohm Yasası (R_2)	$V_2 = (6\Omega) I_2 \quad \ldots\ldots 2$
Ohm Yasası (R_3)	$V_3 = (5\Omega) I_3 \quad \ldots\ldots 3$
A noktası KAY denklemleri:	$I_1 - I_2 - I_3 + 18 = 0 \ldots\ldots 4$
A noktası KGY denklemleri:	$140 - V_1 - V_2 = 0 \quad \ldots\ldots 5$

Genellikle ya akım ya da gerilim değişkenleri yok etmek amacı ile ya KAY ya da KGY denklemlerinde yerlerine yazılır (4. denklemde 1-2-3 denklemleri):

$$\frac{1}{20\Omega}V_1 - \frac{1}{6\Omega}V_2 - \frac{1}{5\Omega}V_2 + 18 = 0 \ldots\ldots 6$$

Denklem 5 ve 6'dan

$$V_1 + V_2 = 140$$

$$-3V_1 + 22V_2 = 1080$$

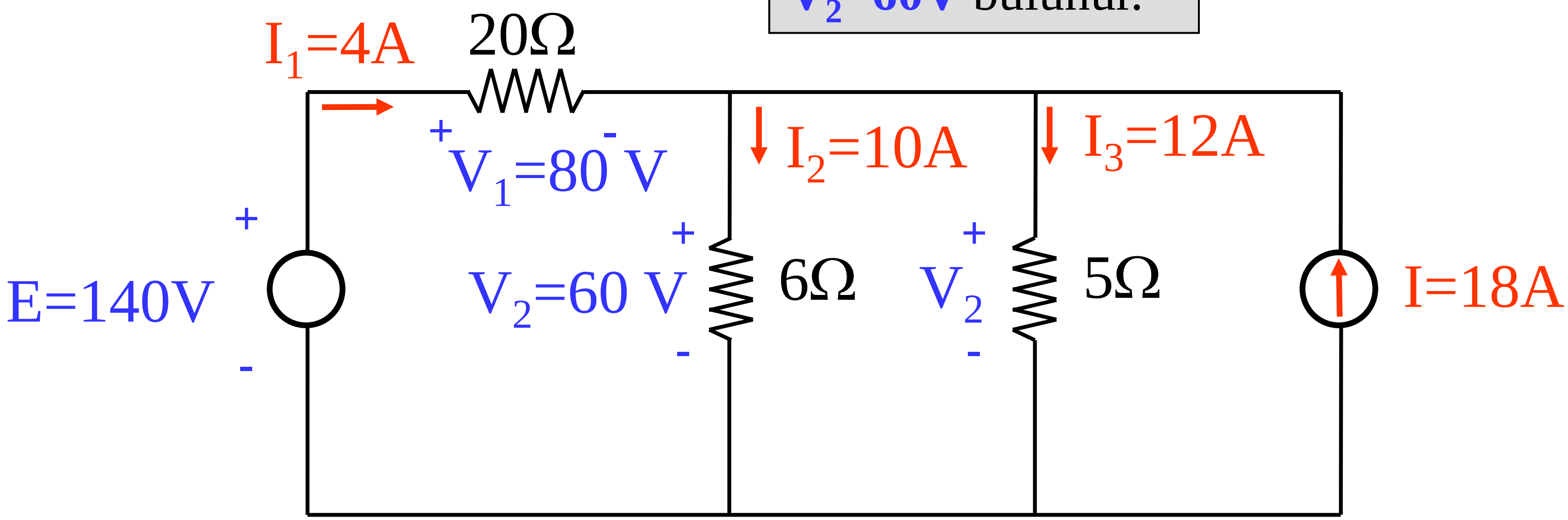
V_1=80V; **V_2=60V** bulunur.

Akım denklemlerinden (1-3), akımlar **I_1=4A**, **I_2=10A** ve **I_3=12A** bulunur.

Kaynakların devreye verdiği gücün dirençlerin soğurduğu güce eşit olduğunu gösteren güç dengesi için bir ifade yazınız.

Akımlar: **I_1=4A**, **I_2=10A** ve **I_3=12A** bulunur.

V_1=80V;
V_2=60V bulunur.



Devreye Verilen Güç = Devreden Alınan Güç

Güç Dengesi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

Devreye Verilen Güç

Gerilim Kaynağı: $P=E.I=(140\ V).(4\ A) = 560\ W$

Akım Kaynağı: $P=V.I=(60\ V).(18\ A) = 1080\ W$

Toplam: $1640\ W$

Devreden Alınan Güç

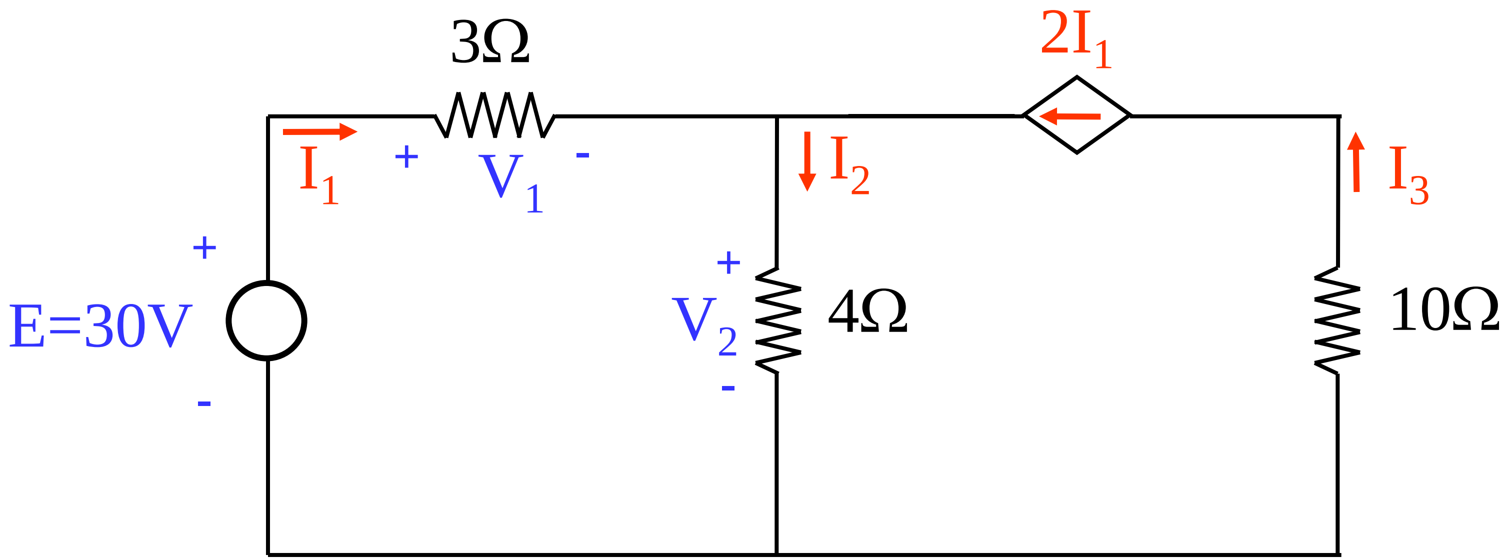
5 Ω'luk Direnç: $P=RI^2=(5\ \Omega).(12\ A)^2 = 720\ W$

6 Ω'luk Direnç: $P=RI^2=(6\ \Omega).(10\ A)^2 = 600\ W$

20 Ω'luk Direnç: $P=RI^2=(20\ \Omega).(4\ A)^2 = 320\ W$

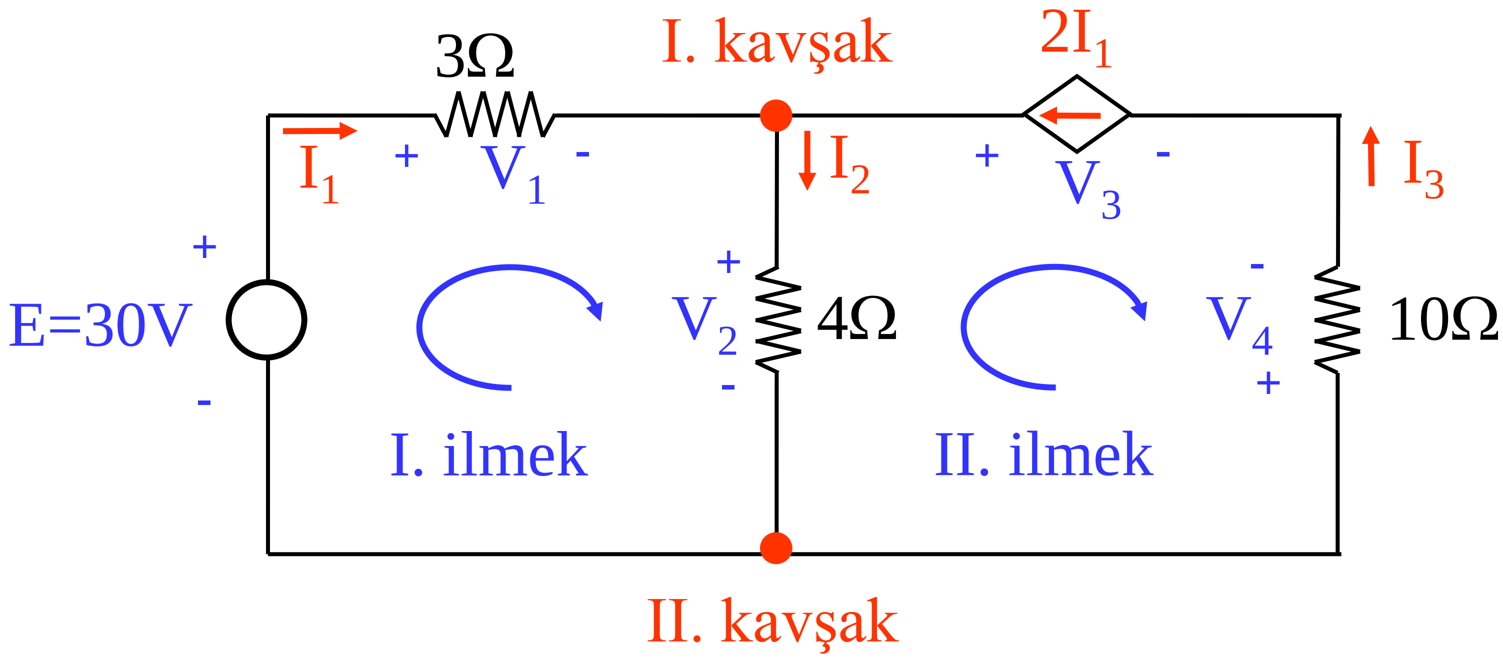
Toplam: $1640\ W$

Örnek 2.2: Aşağıdaki devre, soldaki ilmekte 30 V sabit gerilim kaynağı ve sağdaki ilmekte ise akıma bağlı bir akım kaynağı içermektedir. Bilinmeyen gerilimleri (V_1 ve V_2) ve akımları (I_1, I_2 ve I_3) bulunuz.



Çözüm: Çözüm için ilk adım bilinmeyen gerilimler ve akımlar için referans yönlerinin belirlenmesidir.

- Devrede 3 direnç, iki kavşak ve iki bağımsız ilmek bulunmaktadır.
- Üç Ohm Yasası denklemi, bir KAY ve iki KGY denklemi yazılabilir.
- Şimdilik I_1 ve $2I_1$ akımları bilinmeyen olduğu halde referans yönlerini aşağıdaki gibi alabiliriz.



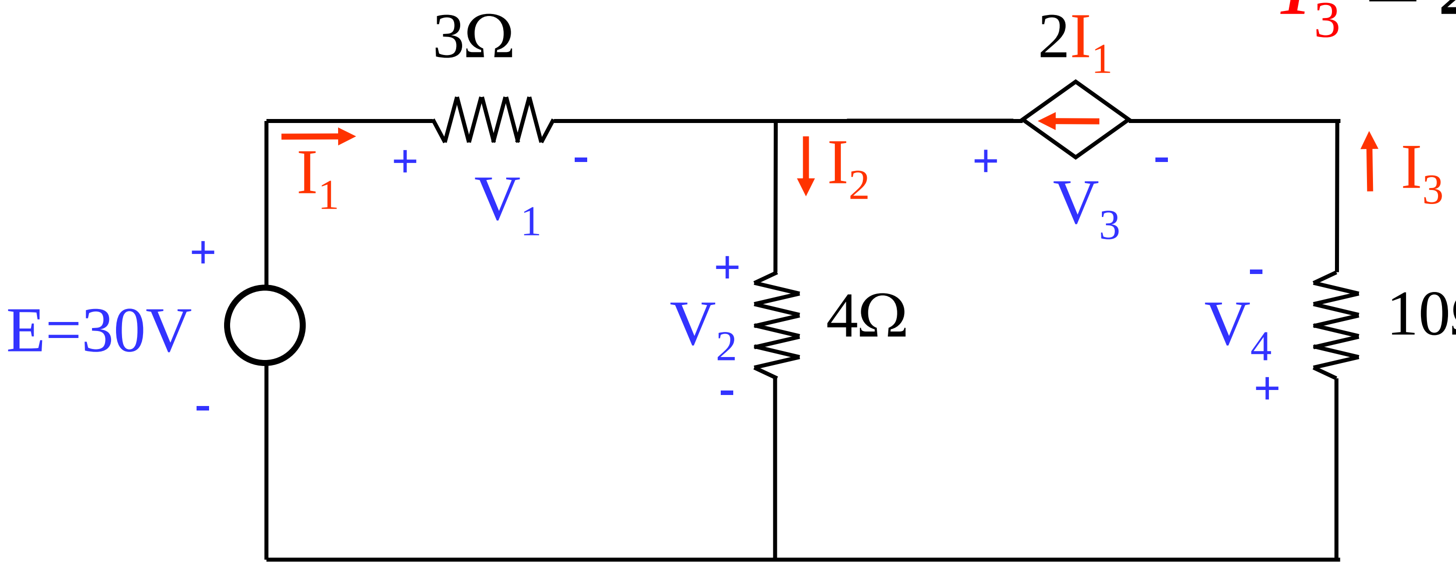
1. Adım: Birinci Grup denklemler, 3 adet Ohm yasası denklemi vardır:

Ohm Yasası (R_1) $$V_1 = (3\Omega)\, I_1 \qquad \ldots\ldots 1$$

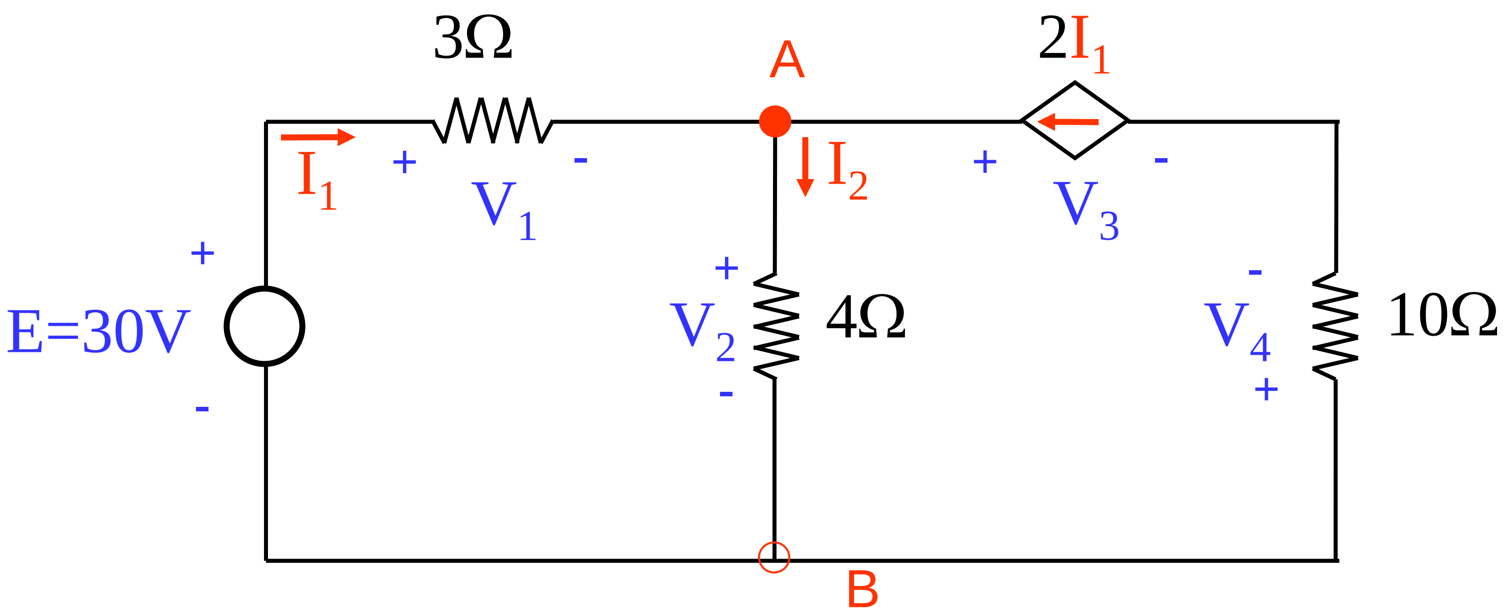
Ohm Yasası (R_2) $$V_2 = (4\Omega)\, I_2 \qquad \ldots\ldots 2$$

Ohm Yasası (R_3) $$V_4 = (10\Omega)(2I_1) \qquad \ldots\ldots 3$$

$$I_3 = 2I_1$$



2. Adım: KAY denklemleri yazılır. Bağımsız kavşakların sayısı birdir (A kavşağı)

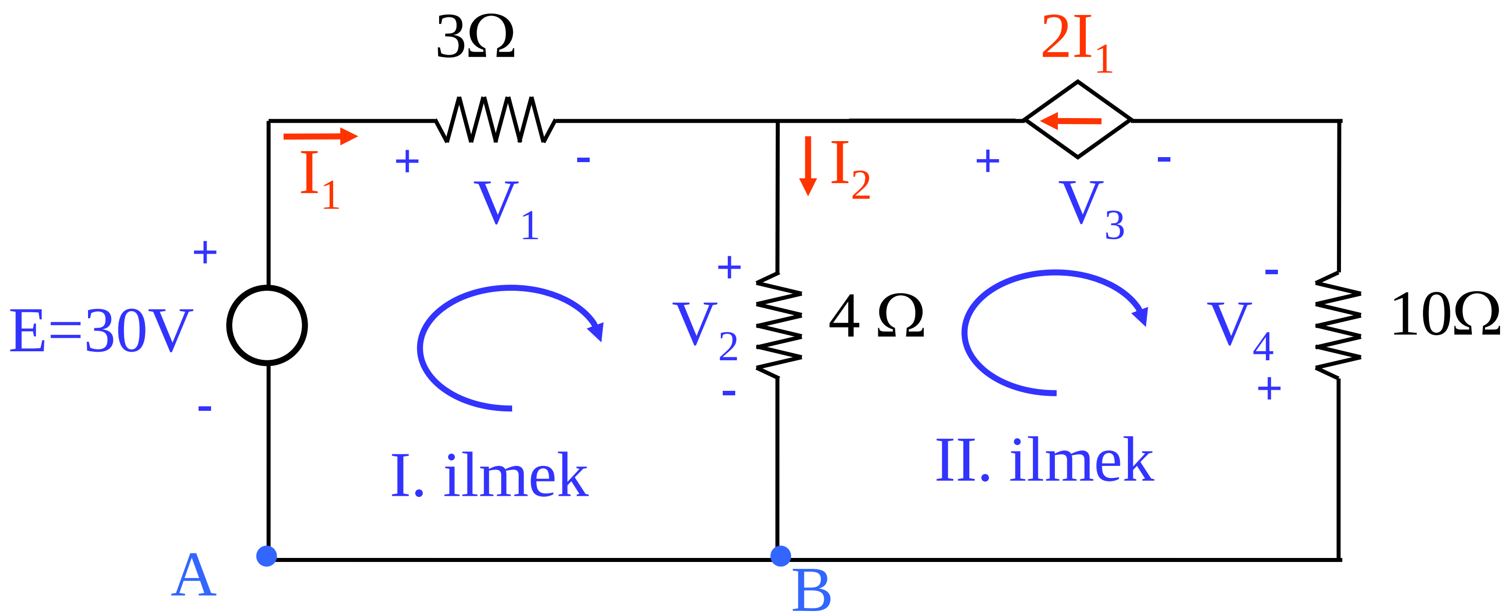


A noktası KAY denklemleri: $I_1 - I_2 + 2I_1 = 0$ ….. 4

B noktası KAY denklemleri: $-I_1 + I_2 - 2I_1 = 0$ ….. 4'

4 ve 4' nolu denklemler aynı!

3. Adım: KGY denklemleri yazılır. I ve II ilmekleri çevresinde yazılan KGY



I. ilmek KGY denklemi:
(A'dan başlayıp A noktasına gelindiğinde)

$$30 - V_1 - V_2 = 0 \qquad \ldots\ldots 5$$

II. ilmek KGY denklemi:
(B'den başlayıp B noktasına gelindiğinde)

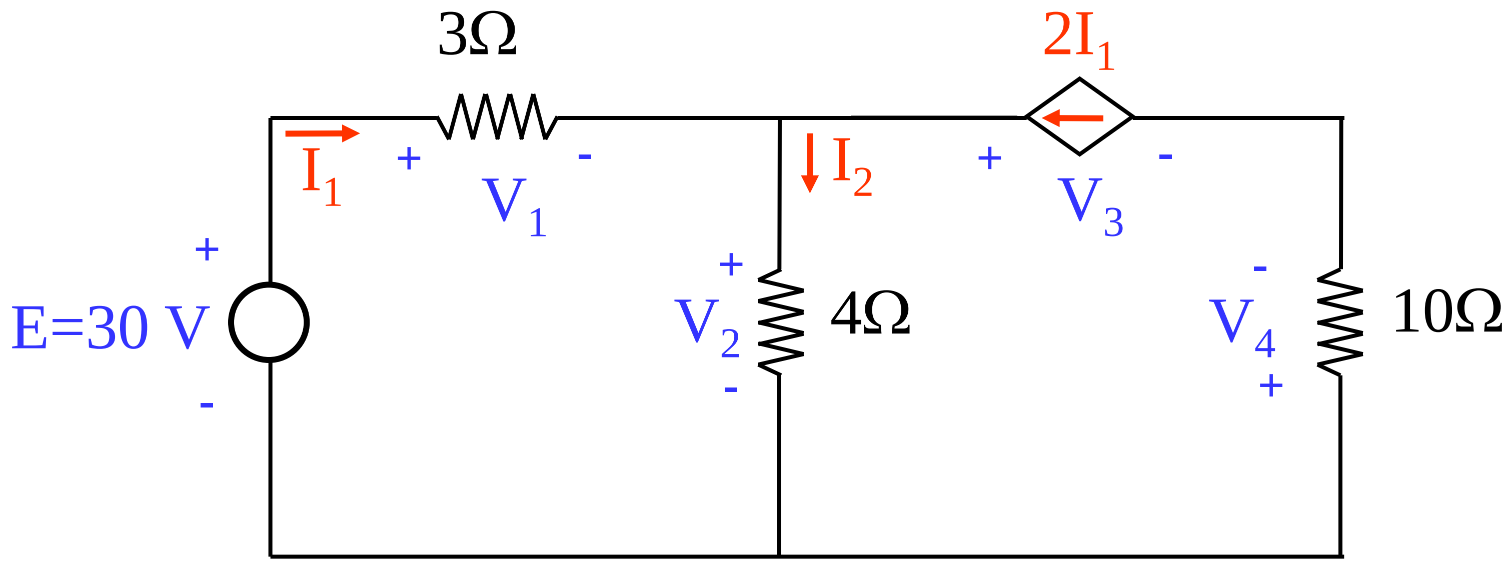
$$V_2 - V_3 + V_4 = 0 \qquad \ldots\ldots 6$$

Yukarıdaki beş denklemin ortak çözümleri herhangi bir yöntemle bulunabilir.

Akım denklemlerinden (1-3), akımlar **I_1=2A**, **$2I_1$=4A** ve **I_2=6A** olarak bulunur.

Denklem 5 ve 6'dan

V_2=24V
V_3=64V
V_4=40V bulunur.

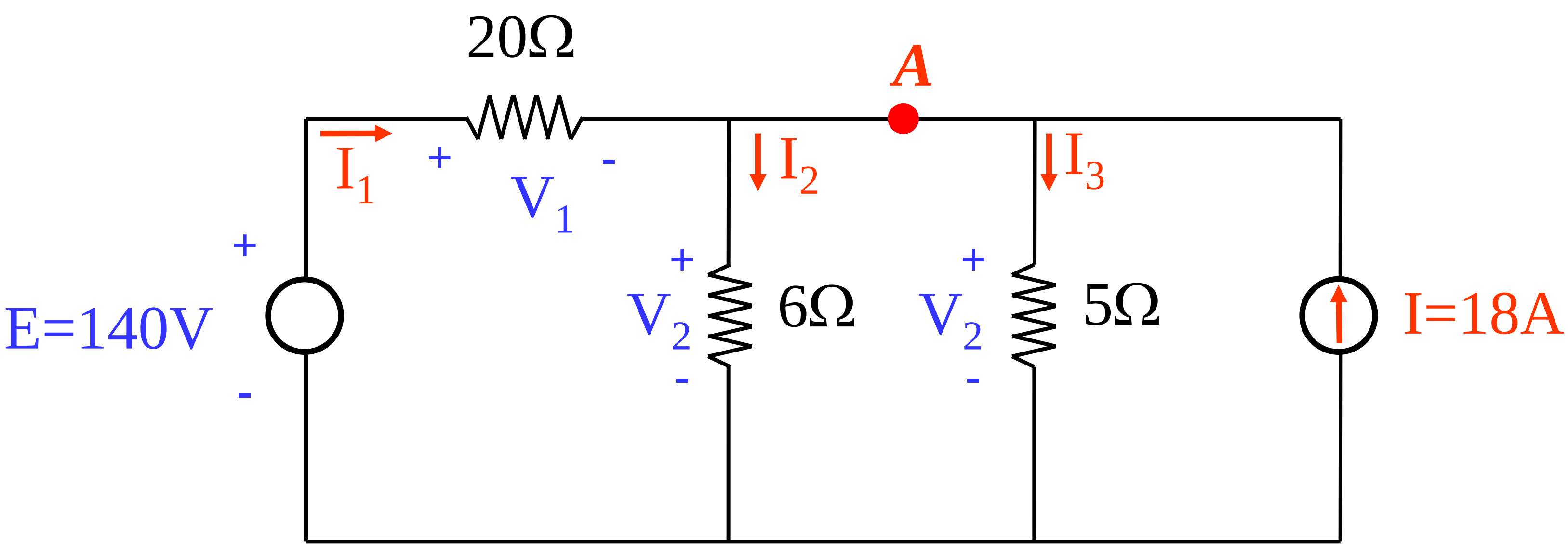


Yorum: Örnek 2-1 ve Örnek 2-2, en kolay ve açık bir biçimde doğrudan uygulama yönteminin uygulanışını göstermektedir.

Sonuçta elde edilen denklem sistemi iki yalınlaştırma ile daha derli toplu yapılabilir.

1- Akım değişkeninin gerilim değişkeni cinsinden tanımlanması (ya da tersi): böyle bir yalınlaştırma, Ohm yasasının açık bir biçimde yazılması gereksinimi duyulmadan yazılmasını sağlayacaktır. A kavşağı için KAY kullanılarak:

$$I_1 - I_2 - I_3 + 18 = 0 \quad \ldots\ldots 4 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{20\Omega}V_1 - \frac{1}{6\Omega}V_2 - \frac{1}{5\Omega}V_2 + 18 = 0 \quad \ldots\ldots 6$$



2- İkinci yalınlaştırmada, değişkenleri daha önceden seçilen öteki değişkenler cinsinden seçerek ya KAY denklemlerini ya da KGY denklemlerini yazma gereksiniminden kurtulunmuş olunur.

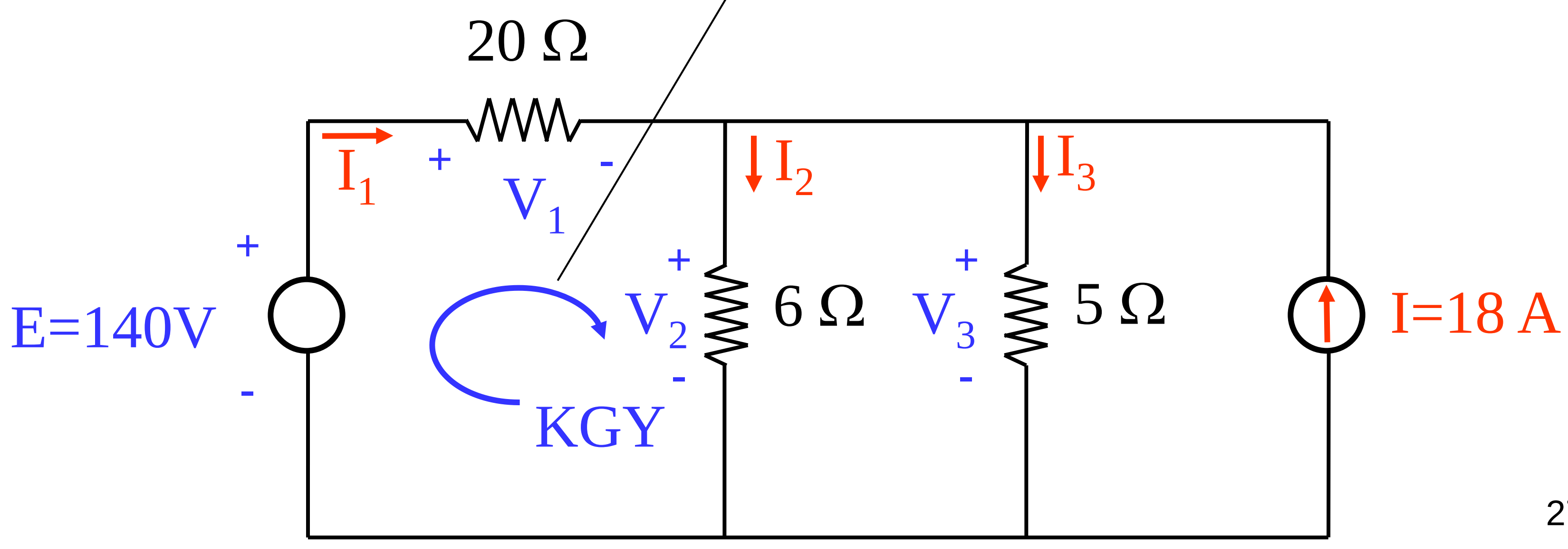
Örneğin, Örnek 2-1'de V_1 gerilimi 140-V_2 dir (KGY'ndan).

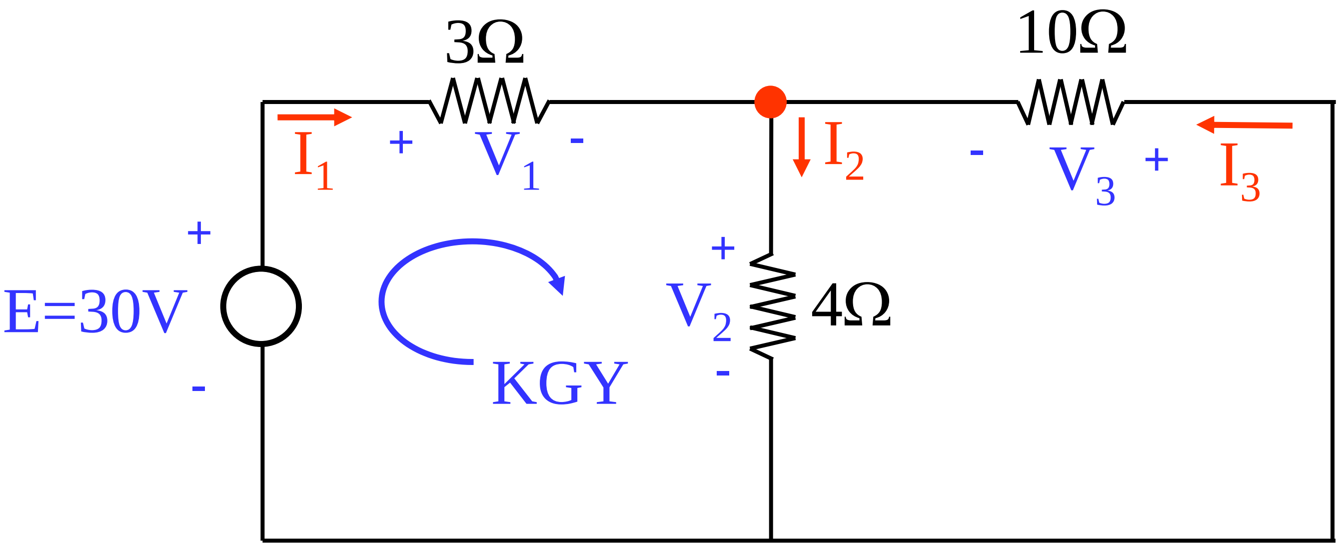
$$140 - V_1 - V_2 = 0 \quad \ldots\ldots 5$$

$$V_1 = 140 - V_2$$

$$\frac{1}{20}V_1 - \frac{1}{6}V_2 - \frac{1}{5}V_2 + 18 = 0 \quad \ldots\ldots 6$$

$$\frac{1}{20\Omega}\overbrace{(140 - V_2)}^{V_1} + \frac{1}{6\Omega}V_2 + \frac{1}{5\Omega}V_2 + 18 = 0$$





KAY: $$+I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

$$+\frac{1}{3\Omega}V_1 - \frac{1}{4\Omega}V_2 + \frac{1}{10\Omega}V_3 = 0$$

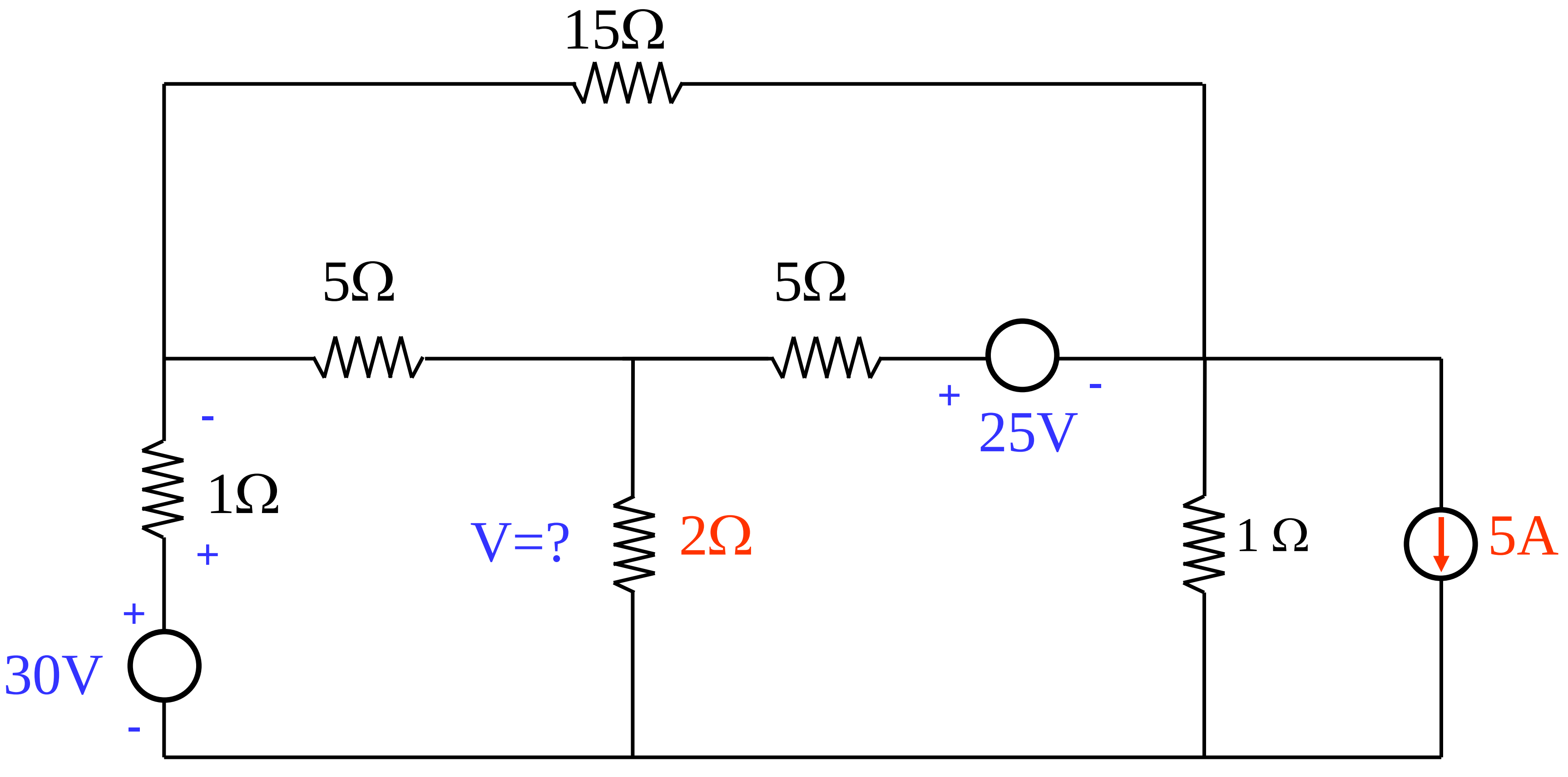
$$30 - V_1 - V_2 = 0$$
$$V_1 = 30 - V_2$$

KGY cinsinden KAY: $$\frac{1}{3\Omega}(30 - V_2) - \frac{1}{4\Omega}V_2 + \frac{1}{10\Omega}V_3 = 0$$

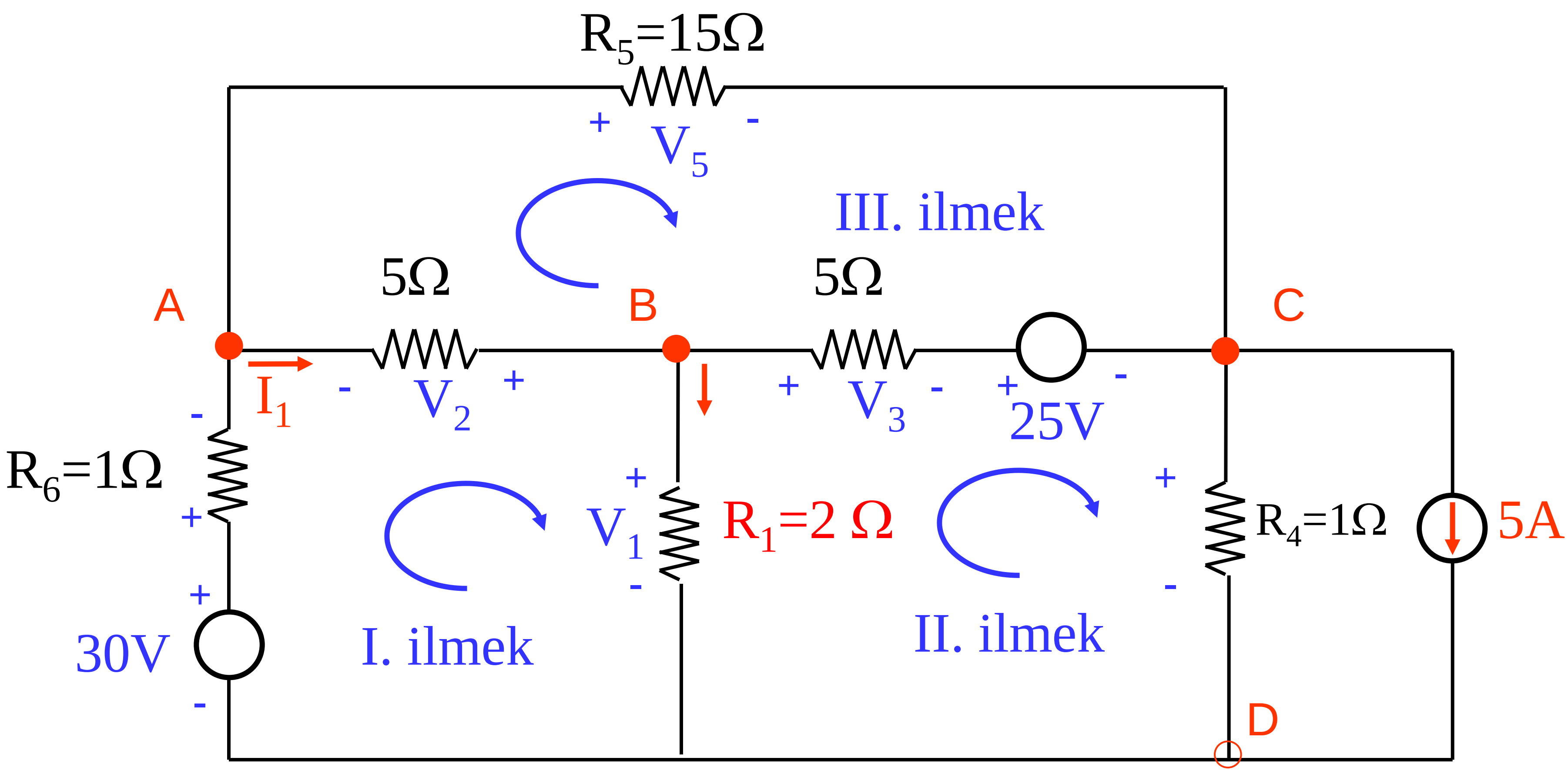
$$+V_2 + V_3 = 0$$
$$V_3 = -V_2$$

$$\frac{1}{3\Omega}(30 - V_2) - \frac{1}{4\Omega}V_2 - \frac{1}{10\Omega}V_2 = 0$$

Örnek 2.3: Aşağıdaki devrede, 2 Ω'luk direncin uçları arasındaki gerilimi bulunuz. Çözümü kolaylaştırmak için tüm akımları gerilim değişkenleri cinsinden belirtin ve değişkenleri seçerken KGY denklemlerini kullanınız.



2 Ω’luk direnç üzerindeki gerilim istendiğinden bunu V_1 ile, diğer bilinmeyenleri de V_2 ve V_3 il gösterelim. Diğer gerilimler bu gerilimler cinsinden ifade edilebilir.

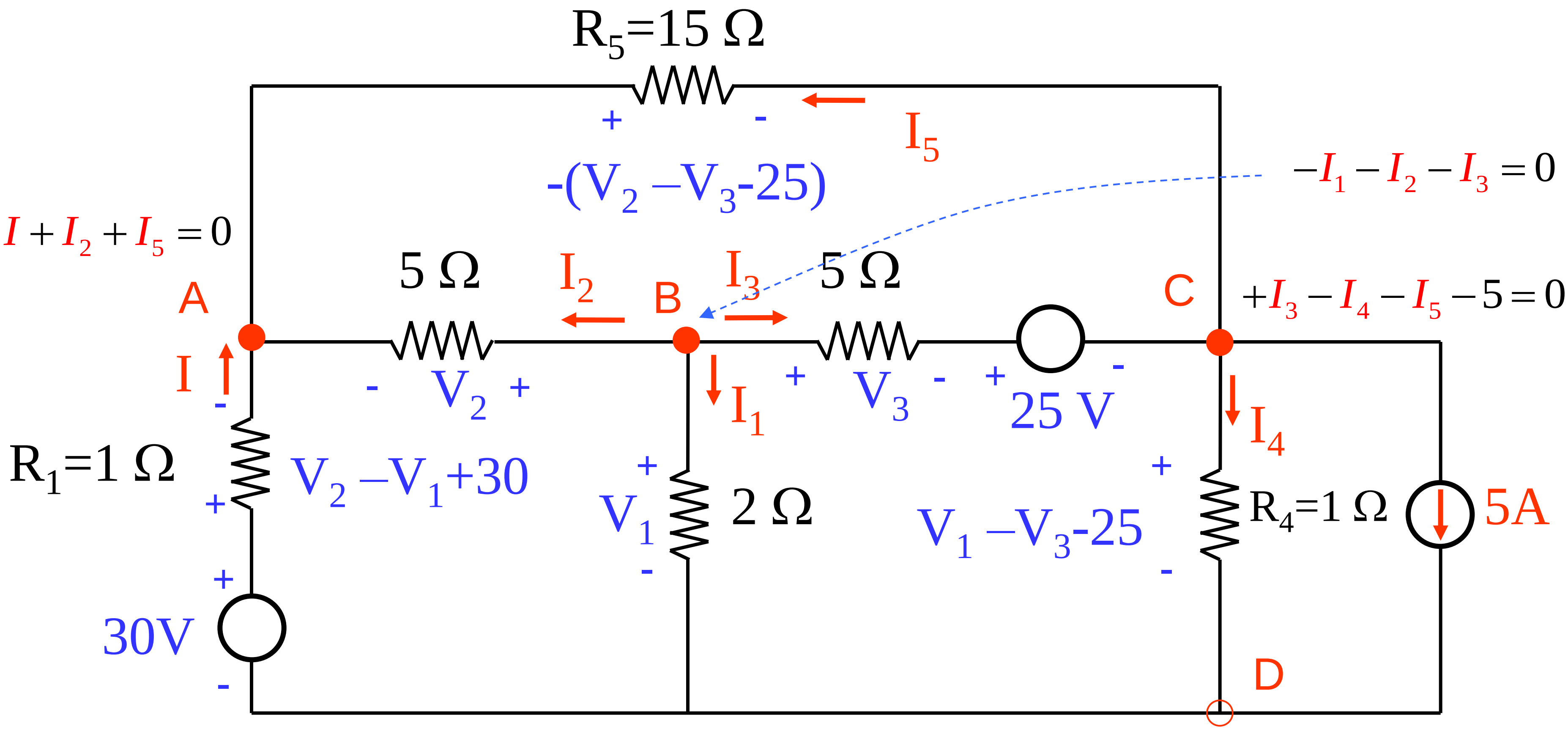


R_6 in uçları arasındaki gerilim (I. ilmek KGY): $+V_2 - V_1 + 30$ 1

R_4 in uçları arasındaki gerilim (II. ilmek KGY): $+V_1 - V_3 - 25$ 2

R_5 in uçları arasındaki gerilim (III. ilmek KGY): $+25 + V_3 - V_2$ 3

2. Adım: Kavşaklardaki akımların yazılması gerekir. 4 kavşak vardır (A, B, C ve D), bu nedenle 3 bağımsız denklem yazılabilir.



A noktası KAY denklemleri: $\frac{1}{1\Omega}(V_2 - V_1 + 30) + \frac{1}{5\Omega}V_2 + \frac{1}{15\Omega}(V_2 - V_3 - 25) = 0$ 4

B noktası KAY denklemleri: $-\frac{1}{5\Omega}V_2 - \frac{1}{2\Omega}V_1 - \frac{1}{5\Omega}V_3 = 0$ 5

C noktası KAY denklemleri: $-\frac{1}{15\Omega}(-V_2 + V_3 + 25) + \frac{1}{5\Omega}V_3 - \frac{1}{1\Omega}(V_1 - V_3 - 25) - 5 = 0$ .. 6

Denklemlerin hepsi sistemin ortak paydası (30) ile çarpılırsa denklemler

$$-30V_1 + 38V_2 - 2V_3 = -850$$
$$-15V_1 - 6V_2 - 6V_3 = 0$$
$$-30V_1 - 2V_2 + 38V_3 = -650$$

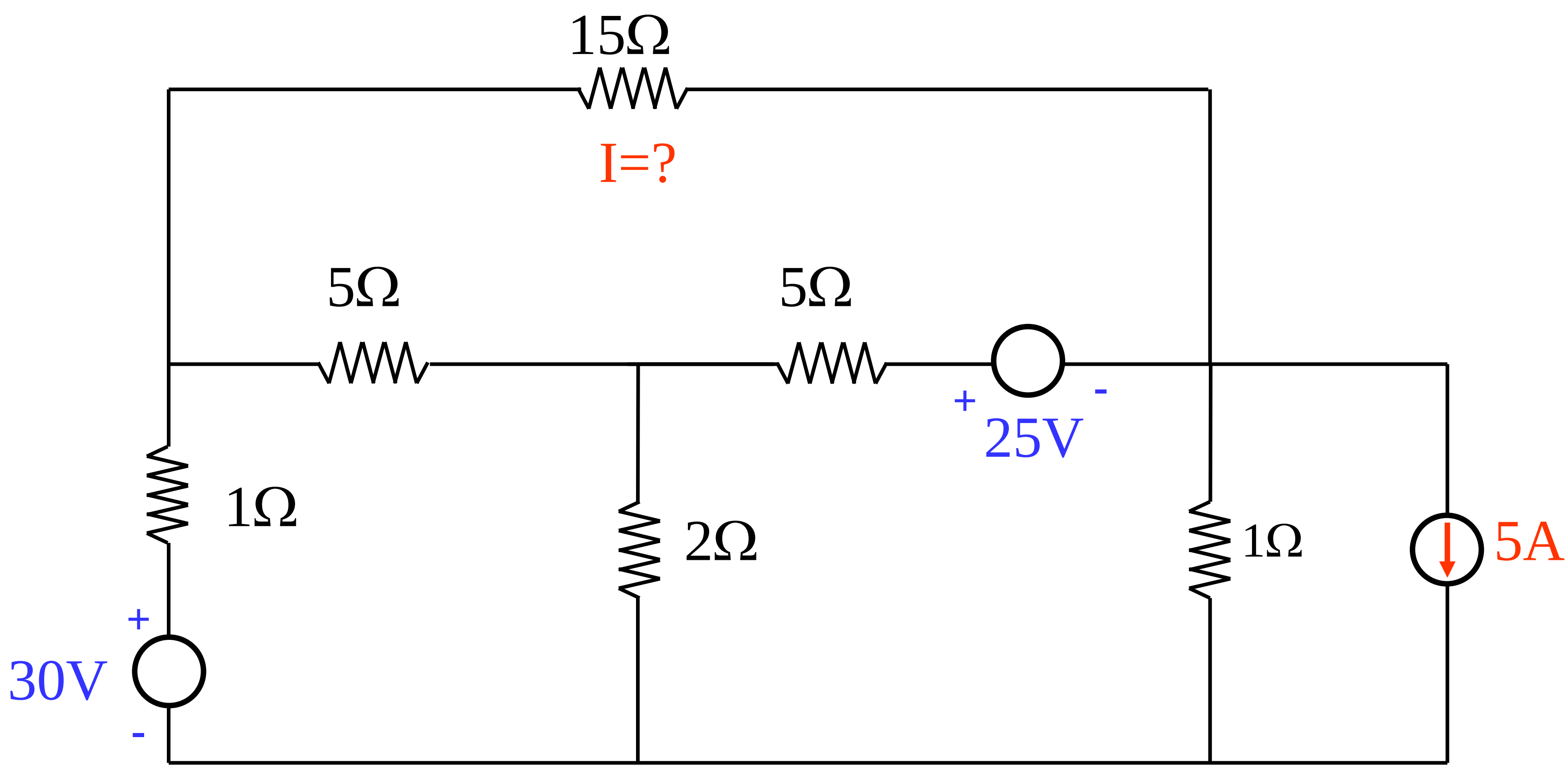
Çok değişkenli denklemlerin ortak çözümü determinantların ve Cramer kuralının kullanılması ile yapılabilir:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 &= b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 &= b_3 \end{aligned} \Rightarrow x_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}} \quad x_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}} \quad x_3 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}$$

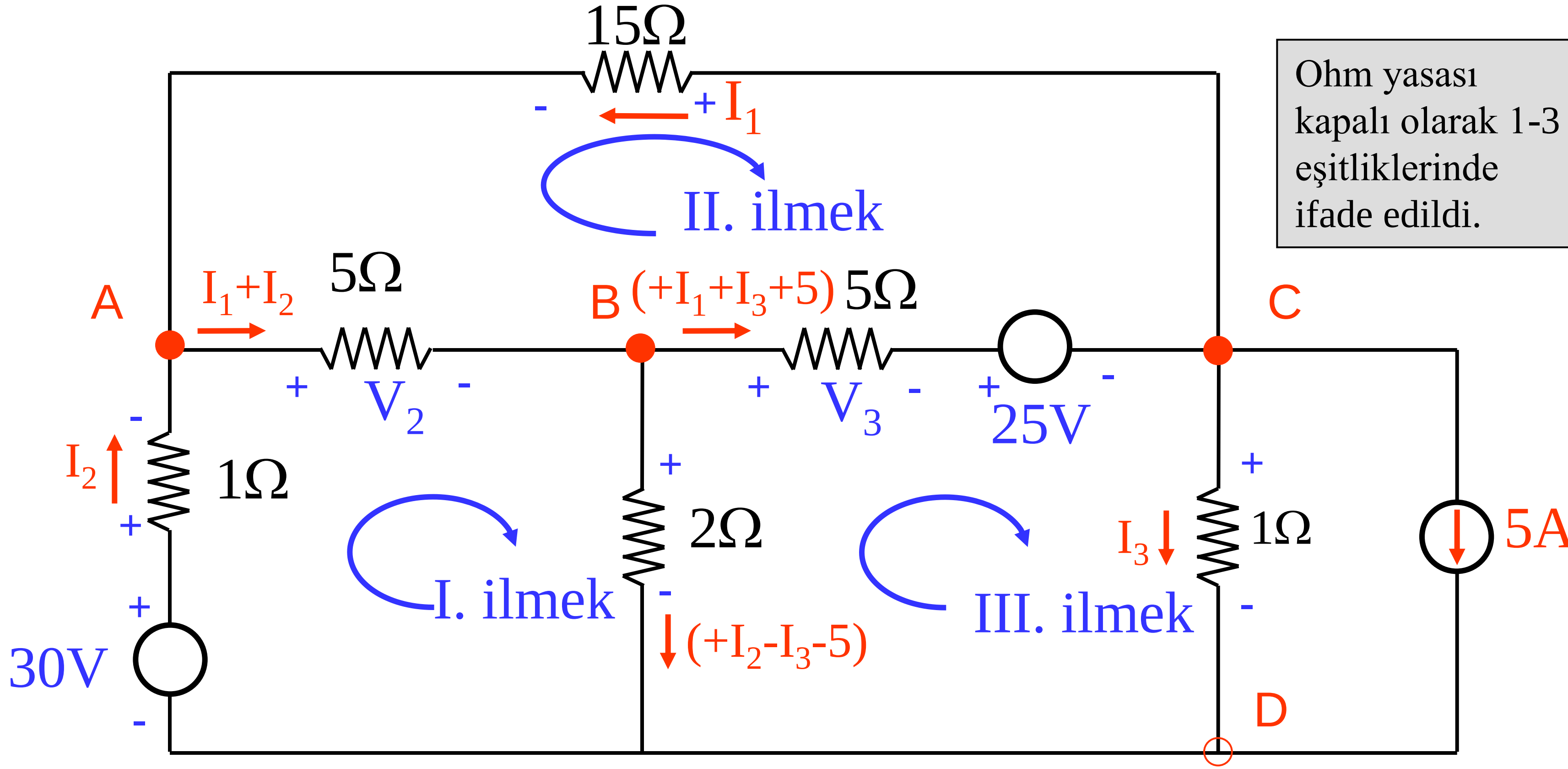
V_1 gerilimi:

$$V_1 = \frac{\begin{vmatrix} -850 & 38 & -2 \\ 0 & -6 & -6 \\ -650 & -2 & 38 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -30 & 38 & -2 \\ -15 & -6 & -6 \\ -30 & -2 & 38 \end{vmatrix}} = \frac{-360000}{-36000} = 10\ V$$

Örnek 2.4: Aşağıdaki devrede, 15Ω'luk dirençten geçen akımı hesaplayınız. Çözümü kolaylaştırmak için tüm gerilimleri akım değişkenleri cinsinden belirtin ve değişkenleri seçerken KAY denklemlerini kullanınız.



Çözüm: Tüm gerilimleri akım değişkenleri cinsinden ifade edelim ve değişkenlerin seçiminde KAY denklemlerini kullanalım. Önce akımları tanımlayalım I_1, I_2 ve I_3 . Öteki dirençler KAY denklemlerinden bulunabilir.



Ohm yasası kapalı olarak 1-3 eşitliklerinde ifade edildi.

İlmek I: $+30-V^{1\Omega}-V_2-V^{2\Omega}=0$

$$+30-(1\Omega)I_2-(5\Omega)(I_1+I_2)-(2\Omega)(I_2-I_3-5)=0 \ldots 1$$

İlmek II: $+V^{15\Omega}+25+V^{5\Omega}+V^{5\Omega}=0$

$$+(15\Omega)I_1+25+(5\Omega)(I_1+I_3+5)+(5\Omega)(I_1+I_2)=0 \ldots 2$$

İlmek III: $+V^{2\Omega}-V^{5\Omega}-25-V^{1\Omega}=0$

$$+(2\Omega)(I_2-I_3-5)-(5\Omega)(I_1+I_3+5)-25-I_3=0 \ldots 3$$

Akımları veren denklem sistemi (üç denklem üç bilinmeyen)

$$5I_1 + 8I_2 - 2I_3 = 40$$
$$-25I_1 - 5I_2 - 5I_3 = 50$$
$$5I_1 - 2I_2 + 8I_3 = -60$$

A noktası KAY denklemleri:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1$$
$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2$$
$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$$

$$x_1 = \frac{\begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}}$$

Cramer Kuralından I_1 akımı:

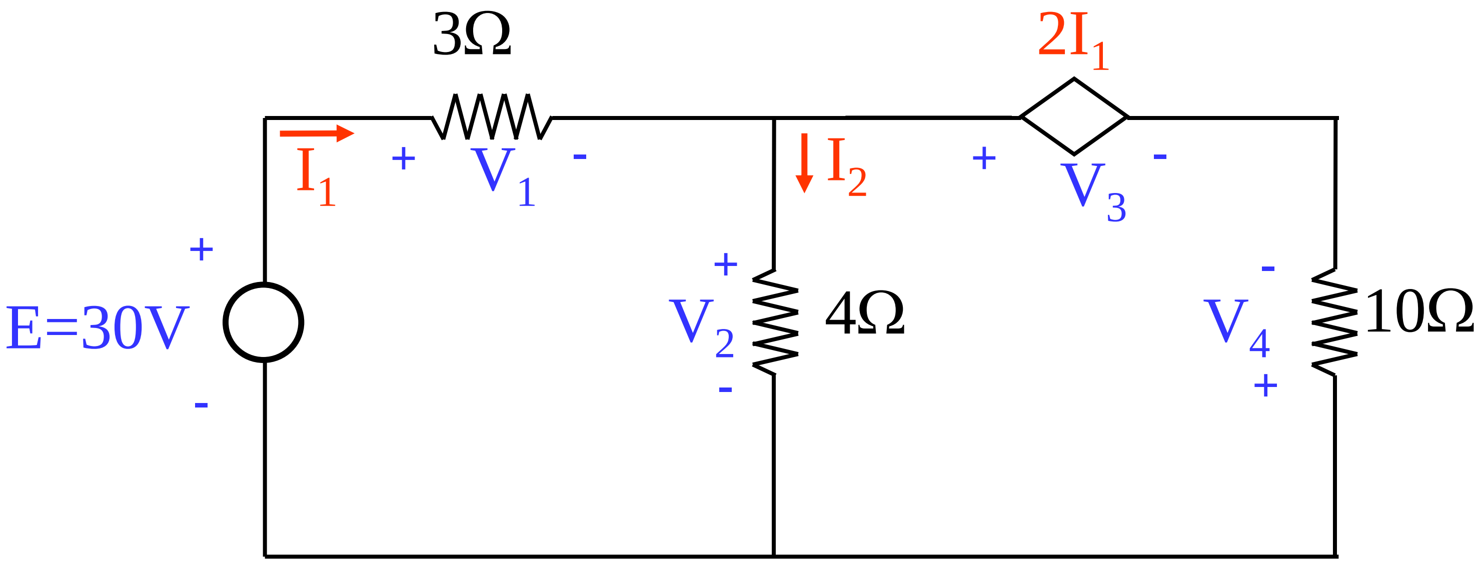
$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 40 & 8 & -2 \\ 50 & -5 & -5 \\ -60 & -2 & 8 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 8 & -2 \\ -25 & -5 & -5 \\ 5 & -2 & 8 \end{vmatrix}} = \frac{-2000}{1000} = -2\ A$$

Eksi işaret, I_1 akımının seçilen yönün tersi yönde olduğunu söylüyor.

Akım denklemlerinden (1-3), akımlar **I_1=2A**, **$2I_1$=4A** ve **I_2=6A** bulunur.

Denklem 5 ve 6'dan

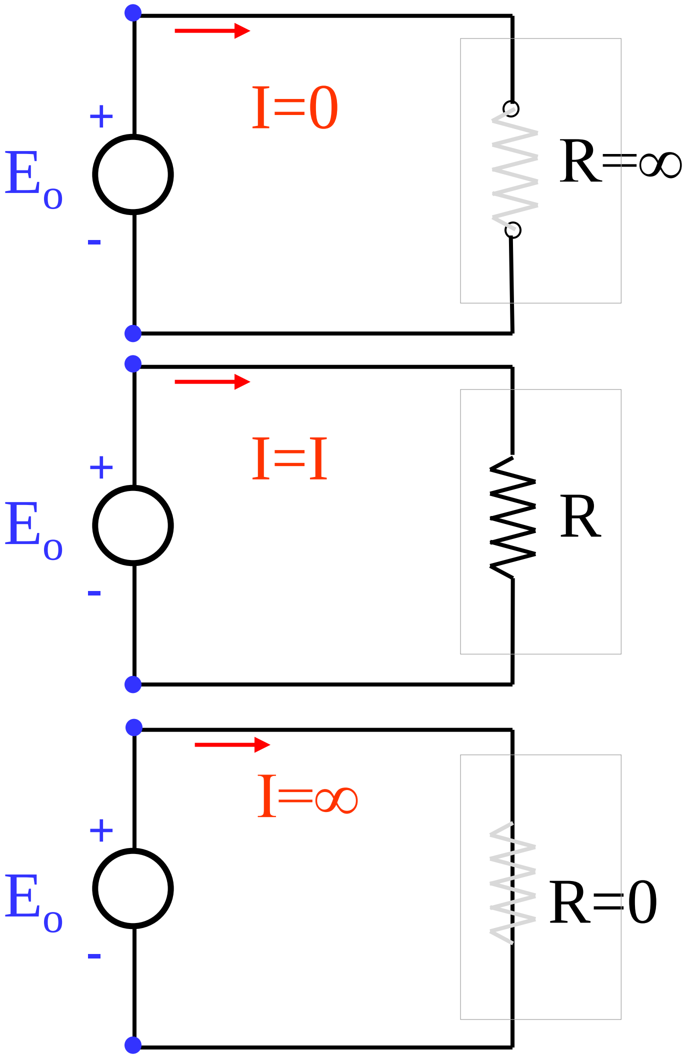
V_2=24V
V_3=60V
V_4=40V bulunur.



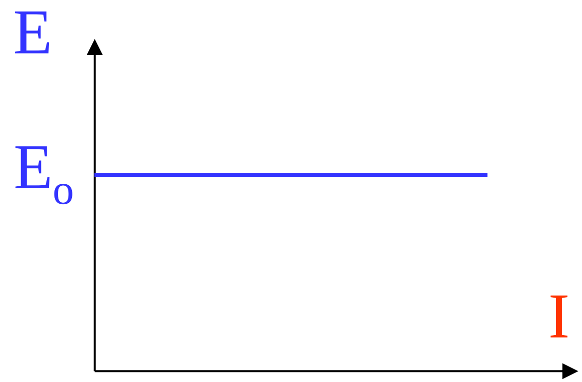
Kaynak Gösterimi ve Dönüşümü

Kullanılan kaynaklar ideale yaklaşabilir fakat hiçbir zaman ideal olmaz !

İdeal Gerilim Kaynağı



Gerçekçi değil!



İdeal bir gerilim kaynağı, yük (R) sıfır olsa da gerilimi sabit tutmaya çalışır ki bu gerçekçi değildir. Çünkü iki uç arasında bir yandan sabit gerilim (ideal) bir yandan da kısa devre (R=0) olduğu için sıfır gerilim yaratılmaya çalışılır.

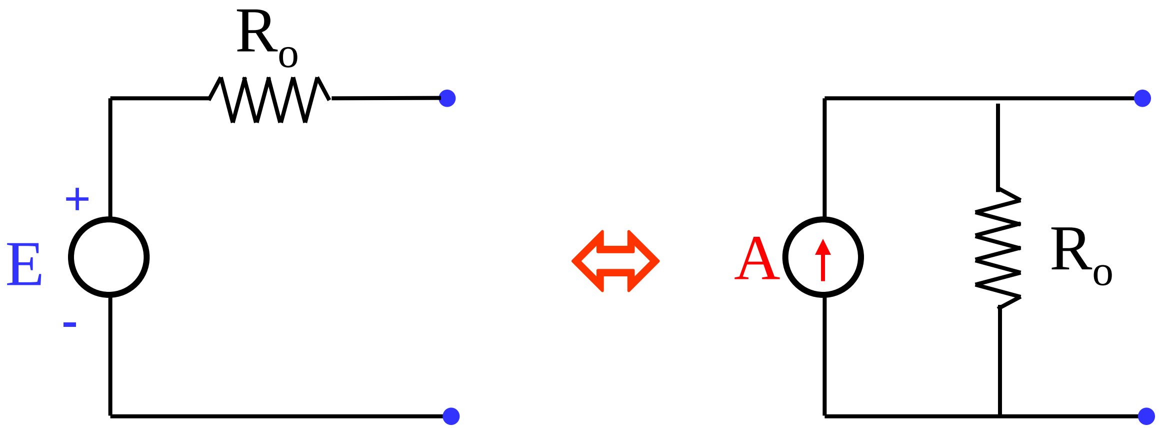
$$E_o = RI$$

$$R \to 0 \quad E_o = sbt = 0.\infty$$

Önemli Not!

İdeal kaynaklar arası dönüşüm yapılamaz, dönüşümün yapılabilmesi için iç dirençlerinin (R_o) olması gerekir!

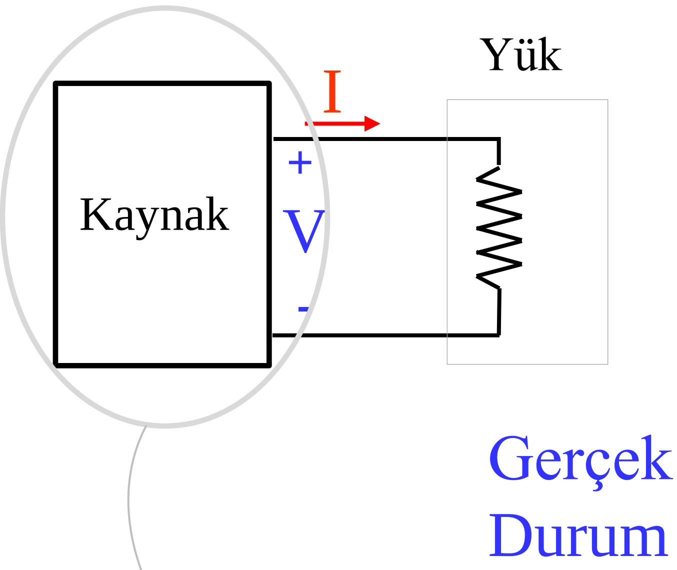
İdeal kaynak

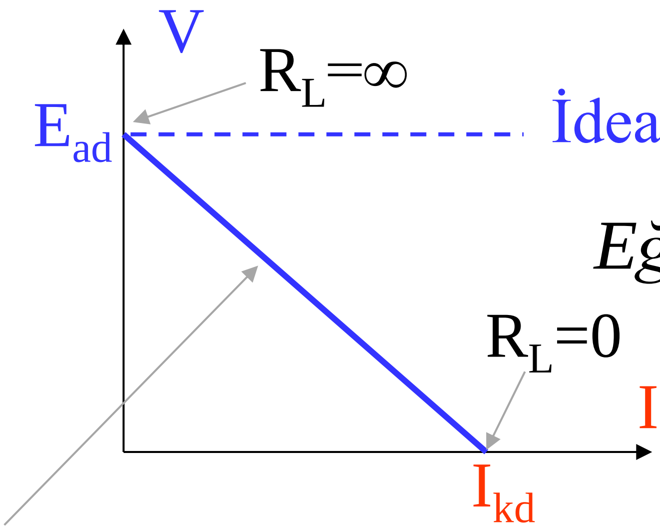


İdeal olmayan kaynak

Kaynak Gösterimi ve Dönüşümü

Gerçek bir güç (Gerilim) kaynağı ve kaynağın I-V eğrisi:





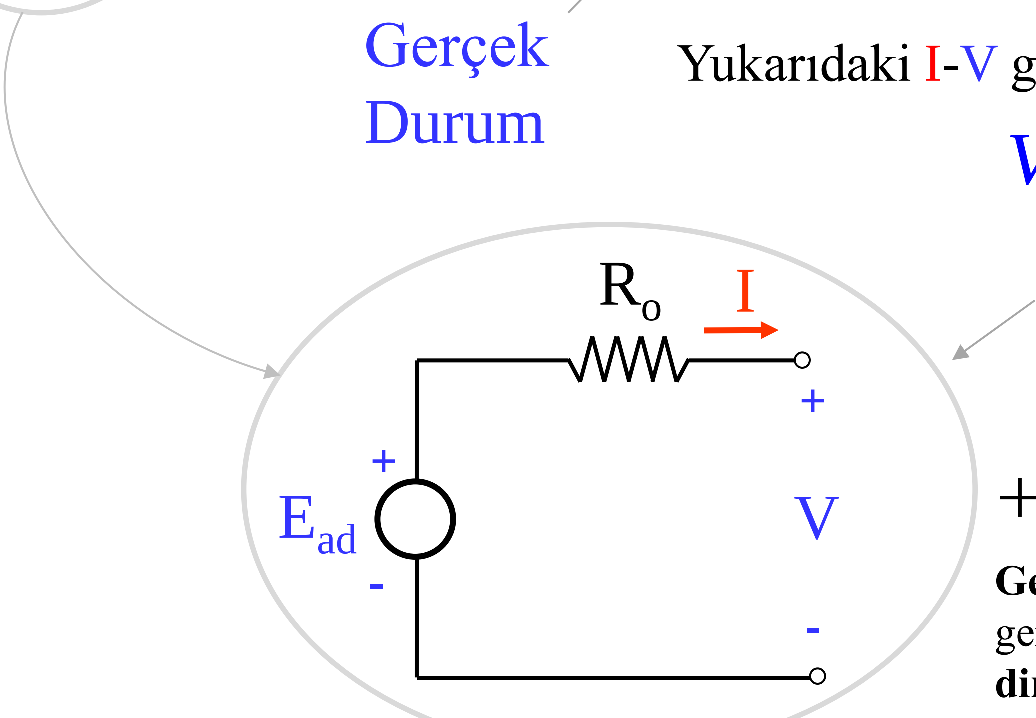
$$Eğim = R_o = -\frac{E_{ad}}{I_{kd}}$$

E_{ad}= Açık Devre Gerilimi
I_{kd}= Kapalı Devre Akımı

Yukarıdaki I-V grafiğinde doğrunun denklemi:

$$V = E_{ad} - R_o I$$

Bu ifadenin eşdeğer devresi:



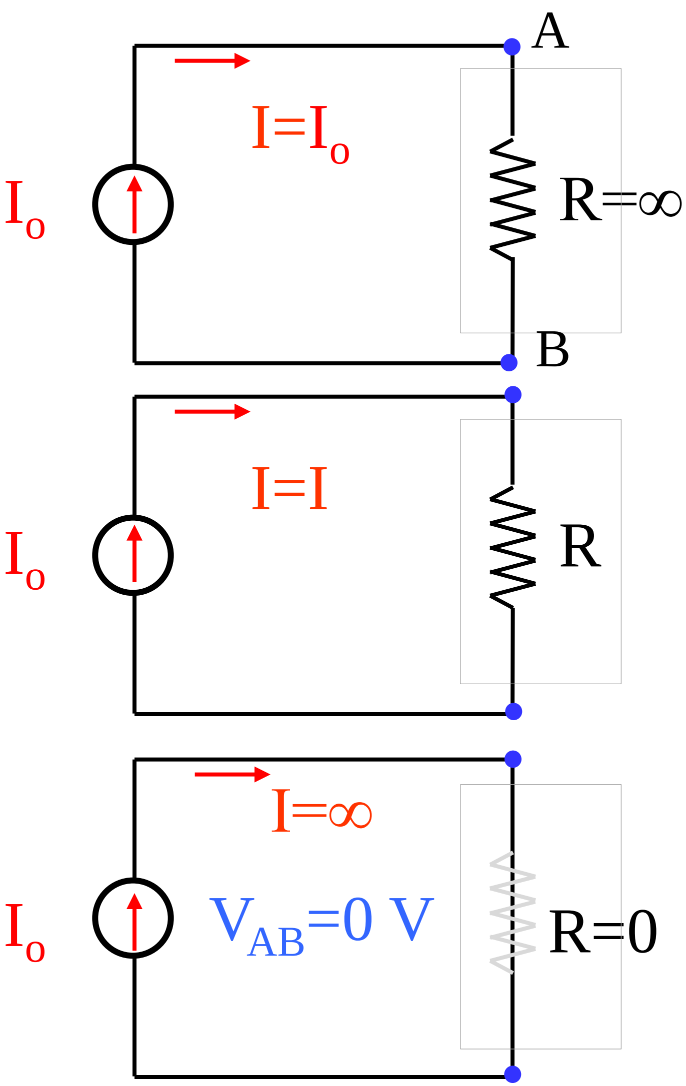
$$+E_{ad} - R_o I = V \quad ..... (1)$$

Gerçek bir **Gerilim Kaynağı**nı, ideal gerilim kaynağına (E_{ad}) bağlı **seri bir direnç** ile ifade edebiliriz.

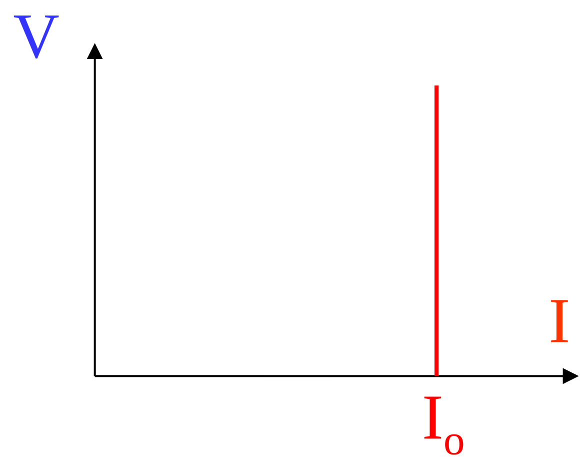
Kaynak Gösterimi ve Dönüşümü

Kullanılan kaynaklar ideale yaklaşabilir fakat hiçbir zaman ideal olmaz !

İdeal Akım Kaynağı



Gerçekçi değil!



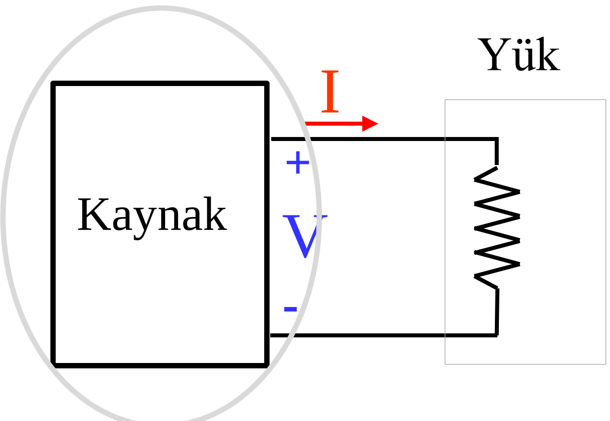
İdeal bir akım kaynağı, yük (R) sonsuz olsa da akımı sabit tutmaya çalışır ki bu gerçekçi değildir. Çünkü iki uç arasında bir yandan sabit gerilim (ideal) bir yandan da kısa devre (R=0) olduğu için sıfır gerilim yaratılmaya çalışılır.

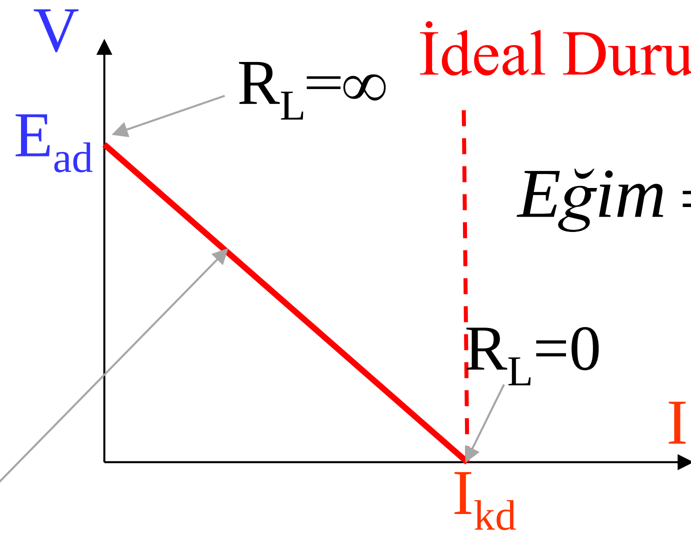
$$I_o = E_o / R$$

$$R \to \infty \quad I_o = 0 / \infty$$

Kaynak Gösterimi ve Dönüşümü

Gerçek bir güç (Akım) kaynağı ve kaynağın I-V eğrisi:





$$Eğim = R_o = -\frac{E_{ad}}{I_{kd}}$$

E_{ad}= Açık Devre Gerilimi

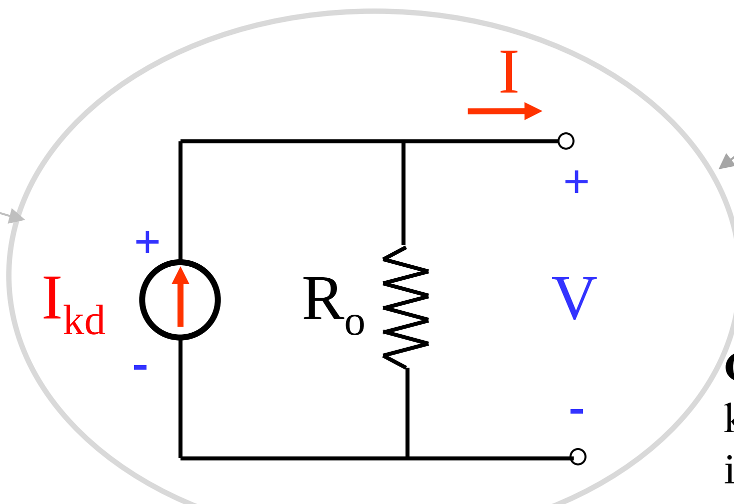
I_{kd}= Kapalı Devre Akımı

Gerçek Durum

Yukarıdaki I-V grafiğinde doğrunun (Akım cinsinden) ifadesi:

$$I = I_{kd} - \frac{1}{R_o}V$$

Bu ifadenin eşdeğer devresi

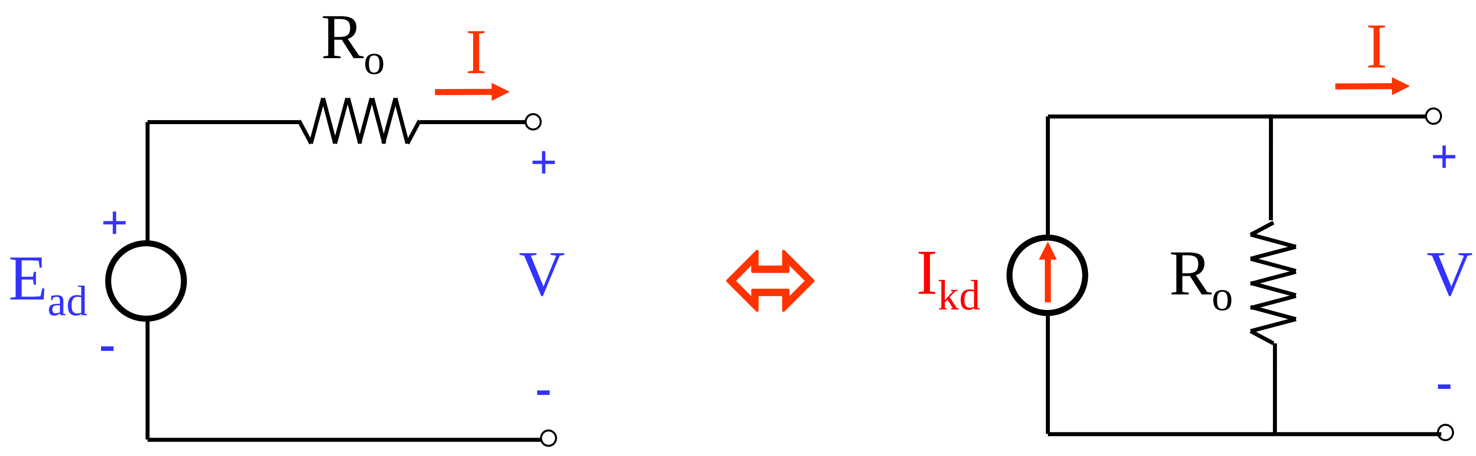


$$I = I_{kd} - \frac{1}{R_o}V \quad ..... \; 2$$

Gerçek bir Akım Kaynağını, ideal akım kaynağına (I_{kd}) bağlı **paralel bir direnç** ile ifade edebiliriz.

Kaynak Dönüşümü

Devrelerin her ikisinin de aynı fiziksel kaynağı gösterdiğinden çıkış ucu grafiği (I ve E) özdeştir ve biri diğerini temsil etmek üzere kullanılabilir.



Gerilim Kaynağı **Akım Kaynağı**

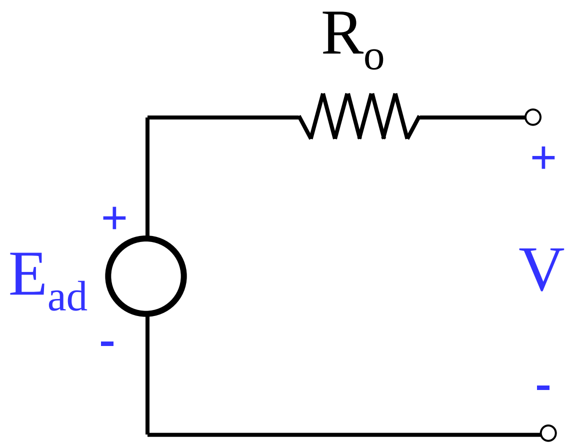
$$V = E_{ad} - R_o I \quad ..... 1$$

$$I = I_{kd} - \frac{1}{R_o} V \quad ..... 2$$

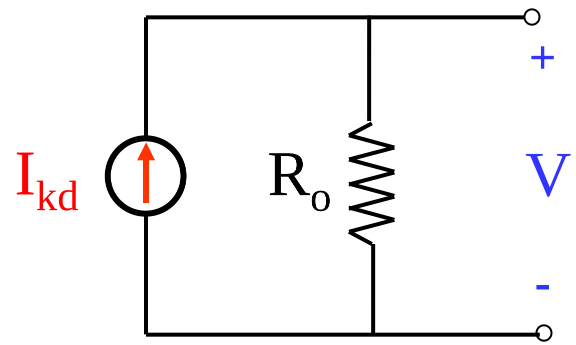
$$R_o = \frac{E_{ad}}{I_{kd}}$$

Kaynak Dönüşümü

Devrelerin her ikisinin de aynı fiziksel kaynağı gösterdiğinden çıkış ucu grafiği (I ve E) özdeştir ve biri diğerini temsil etmek üzere kullanılabilir.



$\Leftrightarrow$



Gerilim Kaynağı

Akım Kaynağı

$$E_{ad} = I_{kd} R_o \quad \Leftrightarrow \quad I_{kd} = \frac{E_{ad}}{R_o}$$

$$R_o = \frac{E_{ad}}{I_{kd}}$$

Kaynak Dönüşümü

Herhangi bir Gerilim Kaynağı gösterimini Akım Kaynağı gösterimine dönüştürmek için:

Akım kaynağı: $$I = I_{kd} - \frac{1}{R_o}V = I_{kd} - G_o V \qquad I = \frac{E_{ad}}{R_o} - \frac{V}{R_o}$$

Eğer: $I_{kd} = \dfrac{E_{ad}}{R_o}$ *ve* $G_o \equiv \dfrac{1}{R_o}$ olursa yukarıdaki devrelerin I-V grafiklerine özdeş olduğu görülür.

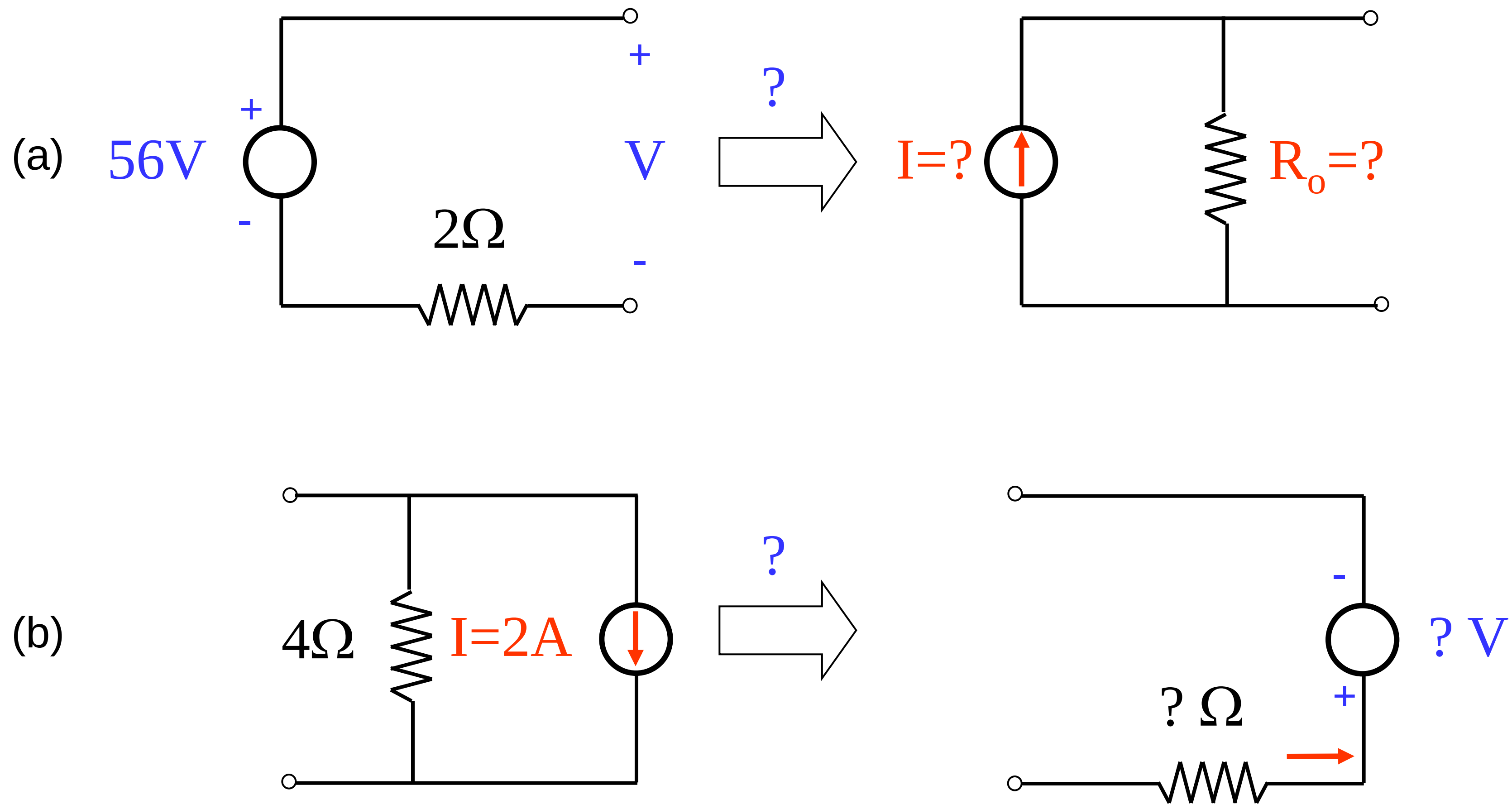
Gerilim kaynağı:

Herhangi bir Akım Kaynağı gösterimini Gerilim Kaynağı gösterimine dönüştürmek için:

$$V = \frac{I_{kd}}{G_o} - \frac{I}{G_o}$$

Eğer: $E_{ad} = \dfrac{I_{kd}}{G_o}$ *ve* $R_o \equiv \dfrac{1}{G_o}$ olursa yukarıdaki devrelerin I-V grafiklerine özdeş olduğu görülür.

Örnek 2.5: Aşağıdaki gerilim kaynağı gösterimini eşdeğer bir akım kaynağı gösterimine (a), akım kaynağı gösterimini eşdeğer bir gerilim kaynağı gösterimine dönüştürünüz (b).



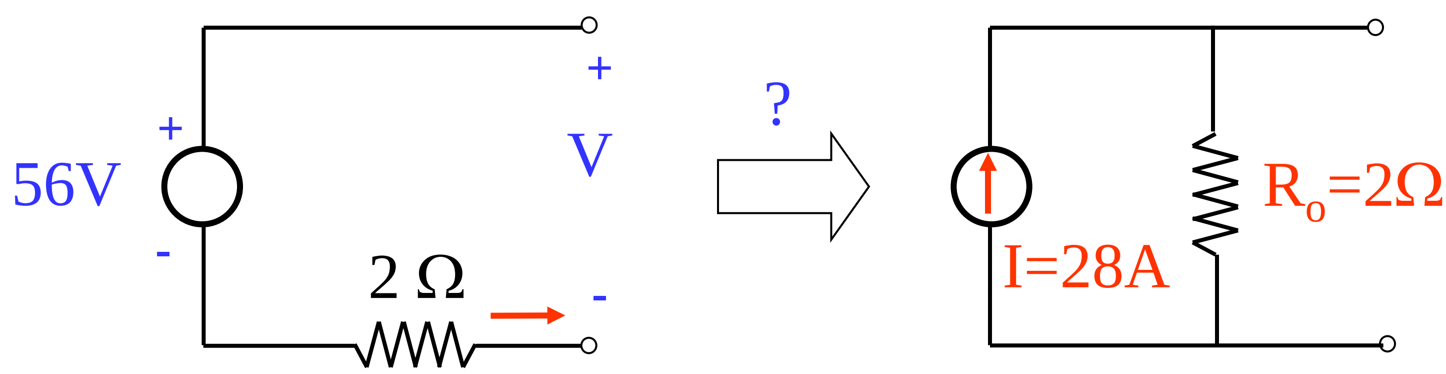
Çözüm: (a)

$E_{ad}=56\text{ V}$ $\quad R_o=2\ \Omega$

$$E_{ad} = R_o I_{kd} \Rightarrow (56\ V) = (2\ \Omega) I_{kd}$$

$$I_{kd} = 28\ A$$

$$G_o = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{2\Omega} = 0,5\ mho$$



Çözüm: (b) $I_{kd}=2A$ $R_o=4\Omega$

$$E_{ad} = R_o I_{kd} \Rightarrow E_{ad} = (4\,\Omega)(2A) = 8\,V$$

$$G_o = \frac{1}{R_o} = \frac{1}{4\,\Omega} = 0,25\,mho$$