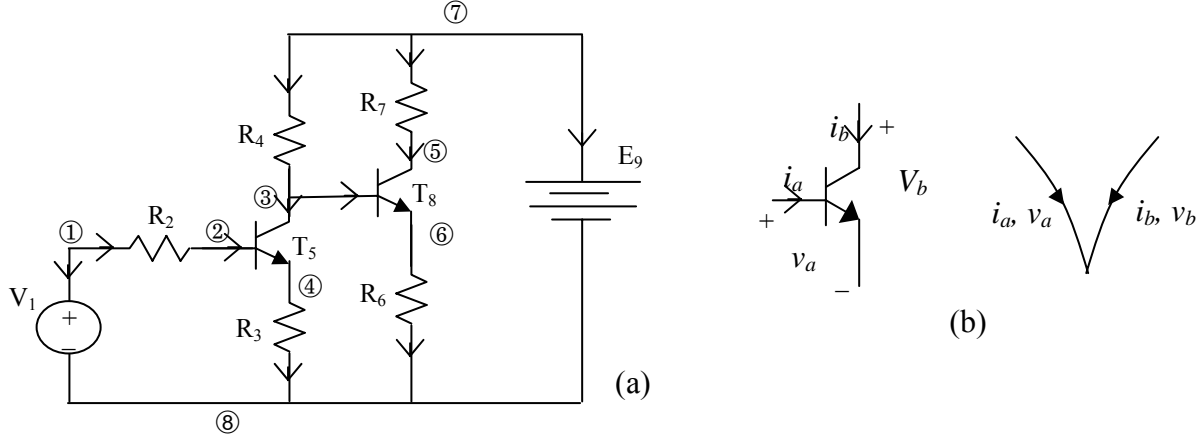
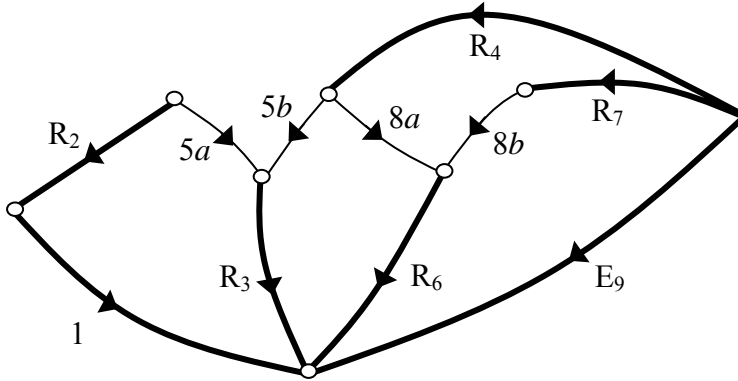


**Elektrik Devre Temelleri**  
I. Dönem içi sınavı çözümleri

**Soru 1-**

- a) 3-üçlü transistörlerin uç graflarını b’de verildiği gibi alarak şekil (a)’daki devrenin grafini çiziniz.
- b)  $v_1=2V$ ,  $v_{R2}=1V$ ,  $v_{R3}=0.5V$ ,  $v_{R4}=v_{R7}=4V$ ,  $v_{R6}=3V$ ,  $E_9=10V$  için devredeki elemanların gerilimlerini bulunuz.
- c)  $\{1, 2, 3, 4, 6, 7, 9\}$  elemanlarından oluşan ağaç için devre grafına ilişkin temel çevre ve temel kesitleme denklemlerini yazınız.

**Çözüm:** a) Verilen devrenin grafi aşağıdaki gibi çizilebilir.



- b) Devre grafında gerilimleri verilmiş olan elemanlara ilişkin graf elemanları koyu renkli olarak gösterilmiştir. Bu elemanların bir ağaç oluşturduğunu kolaylıkla görmek mümkündür. O halde temel çevre denklemlerini kullanarak devredeki tüm eleman gerilimlerini bu eleman gerilimleri cinsinden yazmak mümkündür. Temel çevre denklemlerinden, bilinmeyen eleman gerilimleri

$$v_{5a} = v_1 - v_{R3} - v_{R2} = 2 - 0.5 - 1 = 0.5 \text{ V}$$

$$v_{5b} = E_9 - v_{R3} - v_{R4} = 10 - 0.5 - 4 = 5.5 \text{ V}$$

$$v_{8a} = E_9 - v_{R6} - v_{R4} = 10 - 3 - 4 = 3 \text{ V}$$

$$v_{8b} = E_9 - v_{R7} - v_{R6} = 10 - 4 - 3 = 3 \text{ V}$$

olarak bulunabilir.

c) Temel çevre denklemleri yukarıda verilmişti. Temel kesitleme denklemleri ise

$$i_1 + i_{5a} = 0$$

$$i_{R2} - i_{5a} = 0$$

$$i_{R3} - i_{5a} - i_{5b} = 0$$

$$i_{R4} - i_{5a} - i_{8a} = 0$$

$$i_{R6} - i_{8a} - i_{8b} = 0$$

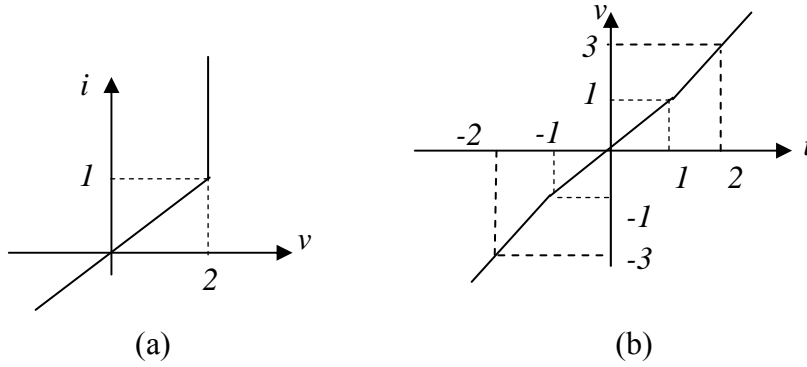
$$i_{R7} - i_{8b} = 0$$

$$i_{E9} + i_{8b} + i_{8a} + i_{5b} = 0$$

olarak yazılabilir.

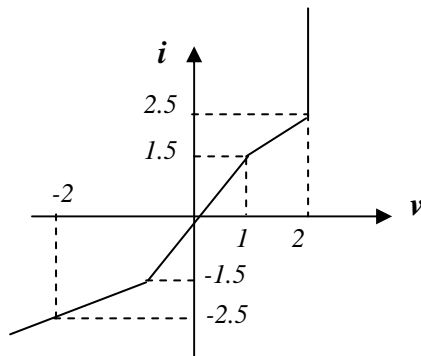
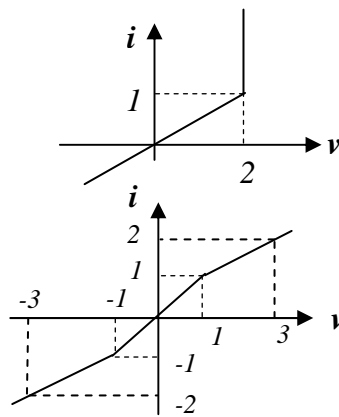
(40 puan)

### Soru 2-



Şekil (a) ve (b)'de karakteristikleri verilmiş olan 2-uçluların paralel bağlanmasıyla elde edilen yeni 2-uçlunun karakteristiğini bulunuz.

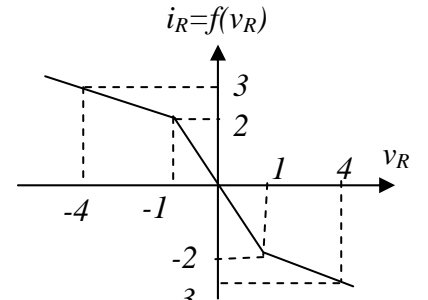
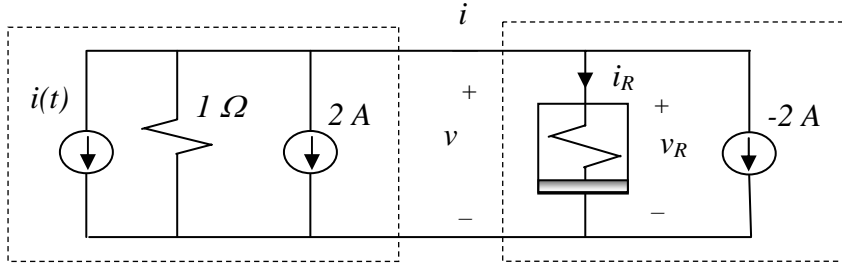
**Çözüm:** Paralel bağlı 2-uçluların oluşturduğu yeni 2-uçlunun tanım bağıntısını bulmak için gerilim kontrollü karakteristikler toplanır. Karakteristikler grafiksel olarak aşağıdaki gibi toplanabilir.



Elde edilen 2-uçlunun karakteristiği

30 puan

**Soru 3-**



Şekildeki devrede  $i(t)=0.01 \sin t$  ve lineer olmayan direncin karakteristiği şekilde verildiği gibidir. Bu durumda

- $v(t)$  ve  $i(t)$  büyüklüklerinin devrenin çalışma noktasındaki değerlerini bulunuz.
- a) şıkkında bulduğunuz çalışma noktalarından biri için  $v(t)$  geriliminin değerini küçük işaret analizi yardımıyla bulunuz.

**Çözüm:**

a) **Çalışma noktasını bulmak için, devredeki zamanla değişen kaynaklar sıfırlanır.**

$v(t)$  ve  $i(t)$  büyüklüklerinin devrenin çalışma noktasındaki değerlerini  $V_Q$  ve  $I_Q$  olarak gösterelim.

Devrede solda kutu içinde gösterilmiş 2-uçlu için

$$I_Q = -V_Q - 2 ;$$

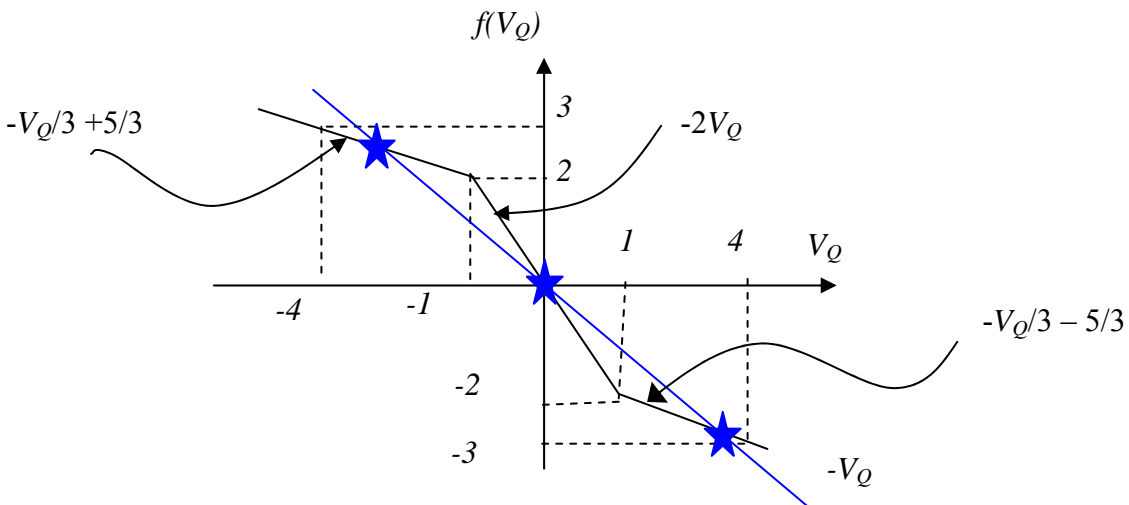
sağdaki 2-uçlu için ise

$$I_Q = I_{RQ} - 2 = f(V_Q) - 2 \quad (v = v_R \text{ olduğuna dikkat ediniz})$$

denklemleri yazılabilir.  $V_Q$  gerilimi bu iki denklemin çözümünden bulunabilir. Yani bu gerilim

$$V_Q = -f(V_Q) \quad (*)$$

denkleminin çözümüdür.



Şekilden de görüldüğü gibi (\*) denkleminin 3 çözümü vardır.

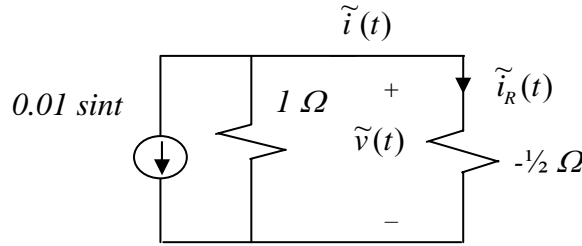
Bunlar sırasıyla

$V_Q^1 = -5/2$  V,  $V_Q^2 = 0$ ,  $V_Q^3 = 5/2$  V olarak bulunabilir. Son olarak  $I_Q$  değerleri

$I_Q = -V_Q - 2$  denkleminde  $I_Q^1 = 1/2$  A,  $I_Q^2 = -2$ ,  $I_Q^3 = -9/2$  A olarak yazılabilir.

b)  $(V_Q^2, I_Q^2) = (0, -2)$  için küçük işaret analizi yapılırken lineer olmayan direncin lineerleştirilmesi gerekmektedir. Bu elemanın  $V_Q=0$  civarında, değeri  $-1/2 \Omega$  olan bir direnç gibi davrandığını soruda verilen karakteristikten kolaylıkla görmek mümkündür.

O halde küçük işaretler için devrenin eşdeğeri aşağıdaki gibi olmaktadır.



Bu şekilde  $1 \Omega$  ve  $-1/2 \Omega$  luk dirençlerin paralel eşdeğerlerinin  $-1 \Omega$  luk bir direnç olduğu dikkate alınırsa,  $\tilde{v}(t)$  gerilimi

$\tilde{v}(t) = 0.01 \sin t$  V olarak bulunur.

Son olarak  $v(t)$  gerilimi

$v(t) = V_Q^2 + \tilde{v}(t) = 0.01 \sin t$  V olarak elde edilebilir.

Dersin küçük işaret analizi ile bulunan büyüklüklerin, gerçek çözümün yaklaşık değerleri olduğu söylenmişti. Ancak burada elde edilen değer  $v(t)$ 'nin gerçek çözümüdür. Bu durumu tartışınız.