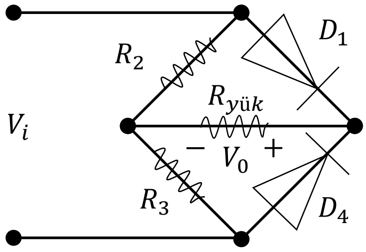
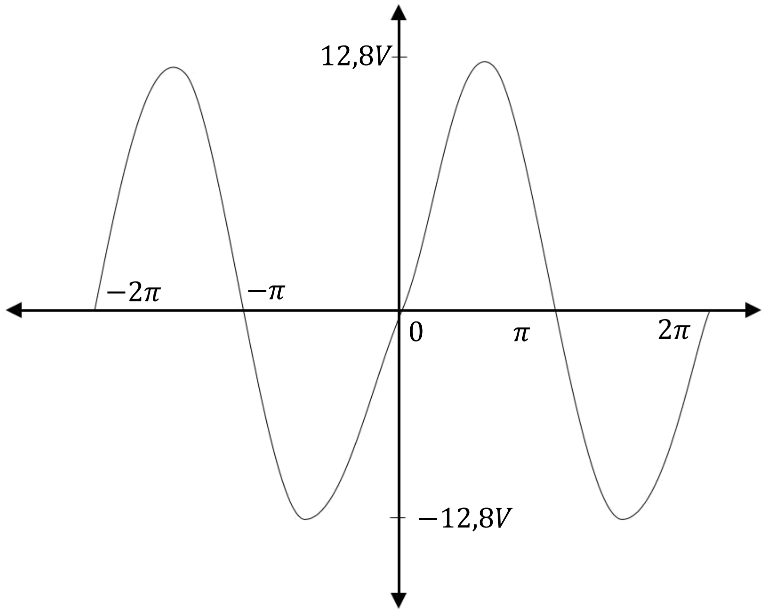
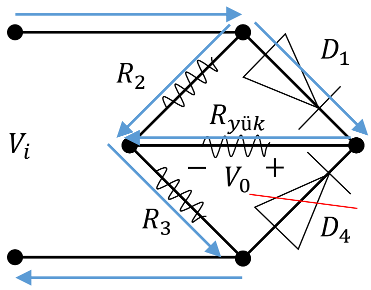
1)



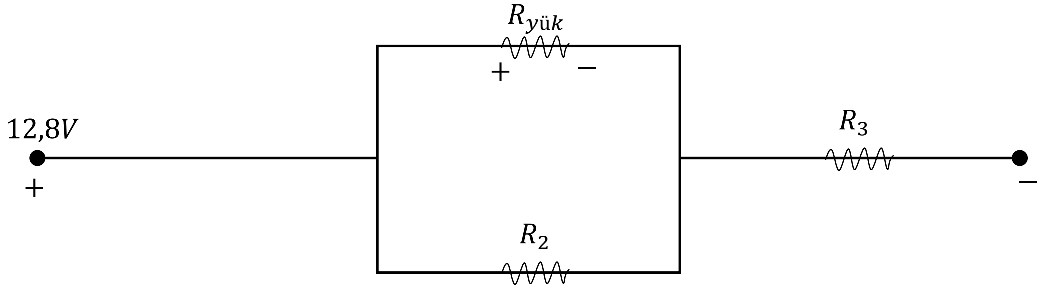


a)

0–π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada akım öncelikle D_1 diyotundan geçer, devamında $R_{yük}$ ve R_2 dirençlerinden geçer, ardından R_3 direncinin üzerinden geçer. D_4 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur.



Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.

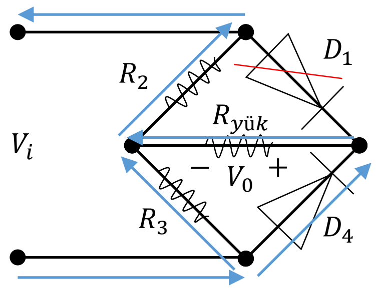


Sonuç olarak devrede $R_{eş}$ ($R_{yük}$ R_2) ve R_3 ile oluşturulmuş bir seri bağlantı bulunuyor. Bu durumda her bir dirençte bulunan gerilim miktarı direnç değerleri ile doğru orantılıdır. Yani $V_{eş} = V_0$ olduğu için $R_{eş}$ direncinin üzerine düşen gerilimi bulmam yeterli olur.

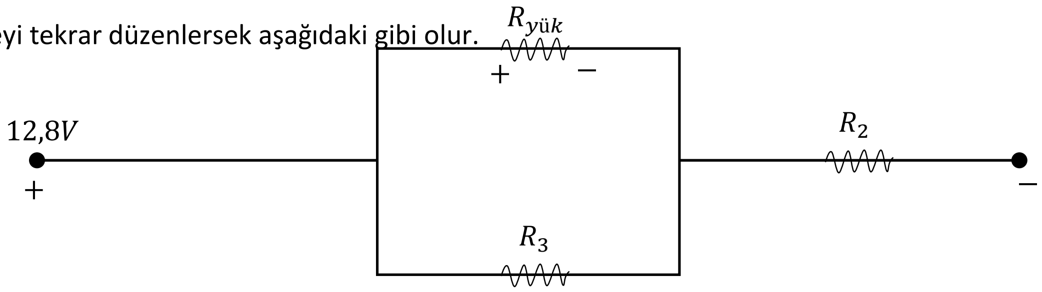
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_{yük}} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{10}{24} \Rightarrow R_{eş} = 2{,}4\ k\Omega \Rightarrow \text{Tüm devrenin direnci } 6{,}4\ k\Omega \text{ olur. Bu durumda } 6{,}4\ k\Omega \text{ direnç}$$

$$\text{üzerine düşen gerilim } 12{,}8\ V \text{ ise } 2{,}4\ k\Omega \text{ üzerine düşen gerilim } 4{,}8\ V \text{ olur. Yani } V_{eş} = 4{,}8\ V = V_0$$

π −2π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada akım öncelikle D_4 diyotundan geçer, devamında $R_{yük}$ ve R_3 dirençlerinden geçer, ardından R_2 direncinin üzerinden geçer. D_1 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur.



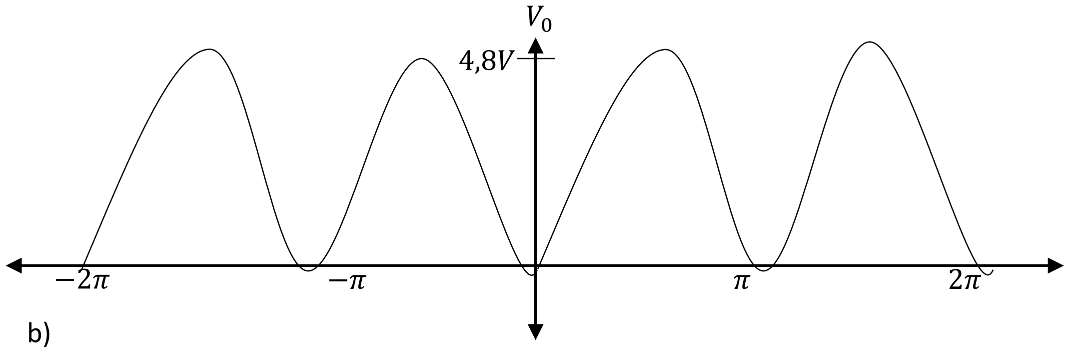
Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.



Sonuç olarak devrede $R_{eş}$ ($R_{yük}$ R_3) ve R_2 ile oluşturulmuş bir seri bağlantı bulunuyor. Bu durumda her bir dirençte bulunan gerilim miktarı direnç değerleri ile doğru orantılıdır. Yani $V_{eş}$ = V_0 olduğu için $R_{eş}$ direncinin üzerine düşen gerilimi bulmam yeterli olur.

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_{yük}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{10}{24} => R_{eş} = 2{,}4\ k\Omega => Tüm\ devrenin\ direnci\ 6{,}4\ k\Omega\ olur. Bu\ durumda\ 6{,}4\ k\Omega\ direnç$$

$$üzerine\ düşen\ gerilim\ 12{,}8\ V\ ise\ 2{,}4\ k\Omega\ üzerine\ düşen\ gerilim\ 4{,}8\ V\ olur. Yani\ V_{eş} = 4{,}8\ V = V_0$$

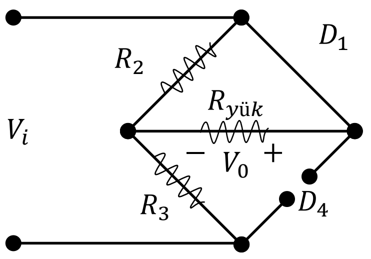


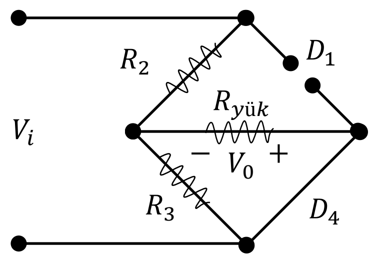
b)

$$V_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} 4{,}8\sin(\omega t)d(\omega t) = -\frac{4{,}8}{\pi}\left(\cos(\omega t)\Big|_0^{\pi}\right) = -\frac{4{,}8}{\pi}(-1-1) = -\frac{4{,}8}{\pi}.-2 = \frac{9{,}6}{\pi} \approx 3{,}06\ldots$$

Burada çıkış grafiğimden yararlanarak farklı değer alınan her zaman aralığını kullanmam gerekiyordu. Öncelikle tüm integral işlemini periyotun çarpmaya göre tersi ile $\left(\frac{1}{T}\right)$ *ile çarpmalıyım. Periyot* (T) π *olduğu için ifadenin başında* $\frac{1}{\pi}$ *çarpanı bulunuyor. Daha sonrasında farklı değer alınan her zaman arağını için integral yazıp, bu integralleri toplamalıyım. Çıkış grafiğimde sadece bir değer olduğu için bu değer ve geçerli olduğu bir aralığı almalıyım. Geçerli olduğu aralık pozitif tarafta ve sıfır noktasında mümkün olduğunca yakın olmalıdır.*

c)





PIV değerinin hesabı için girişin farklı değer aldığı aralıklardaki tıkamada olan diyotları incelemeliyiz. PIV değeri bu tıkamada olan diyotların her birinin üstüne düşen gerilime eşittir. Bu gerilimi de çevre denkleminden yazarız. Tıkamadaki diyotun bulunduğu çevredeki elemanların gerilimleri toplamı 0 olması gerektiği için çevreye dahil olan dirençlerin gerilimlerinin toplamı bana aradığım PIV değerini verir.

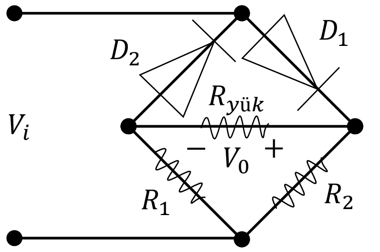
$0\text{–}\pi \; aralığı \; için$

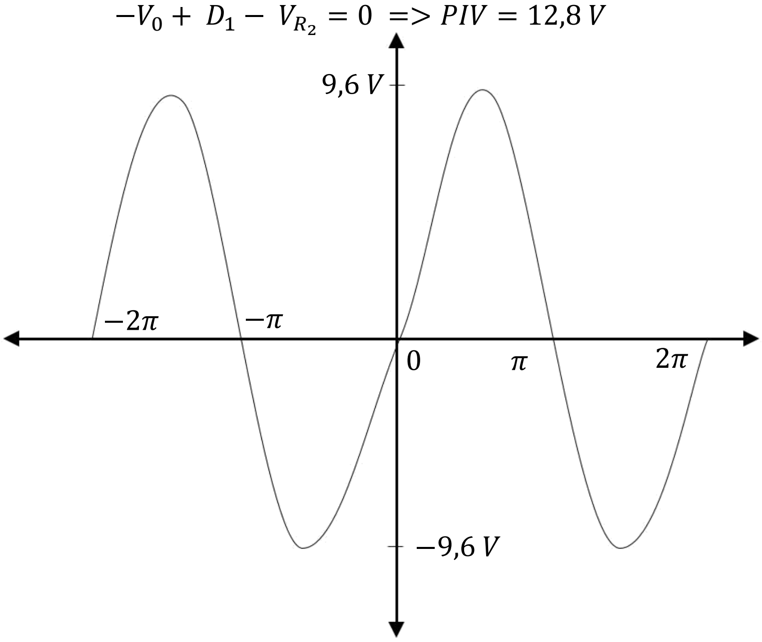
$-V_0 + D_4 - V_{R_3} = 0 \; => PIV = 12{,}8 \, V$

$\pi - 2\pi \; aralığı \; için$

$-V_0 + D_1 - V_{R_2} = 0 \; => PIV = 12{,}8 \, V$

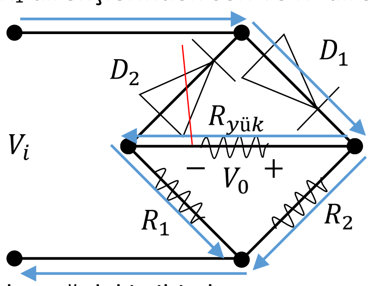
2)



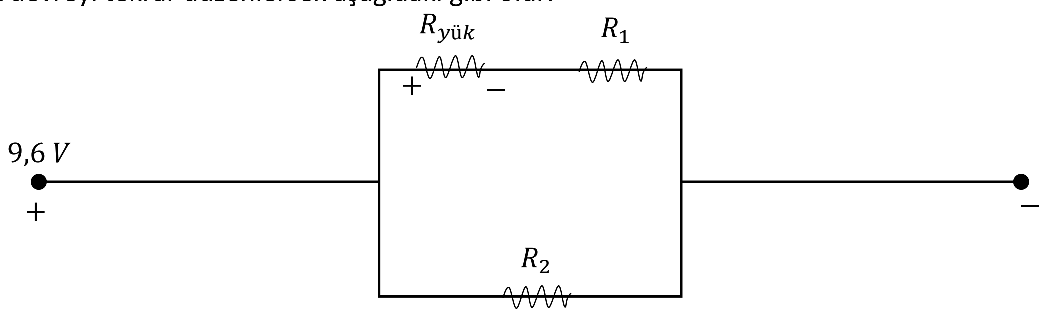


a)

0–π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada akım D_2 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur. Akım öncelikle D_1 diyotundan geçer, devamında $R_{yük}$ ve R_1 dirençlerinden seri ve R_2 direncinden paralel olarak geçer.



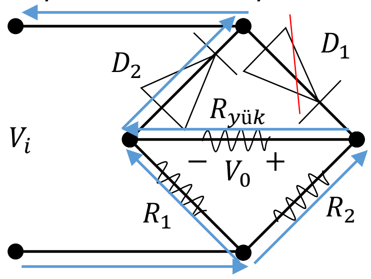
Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.



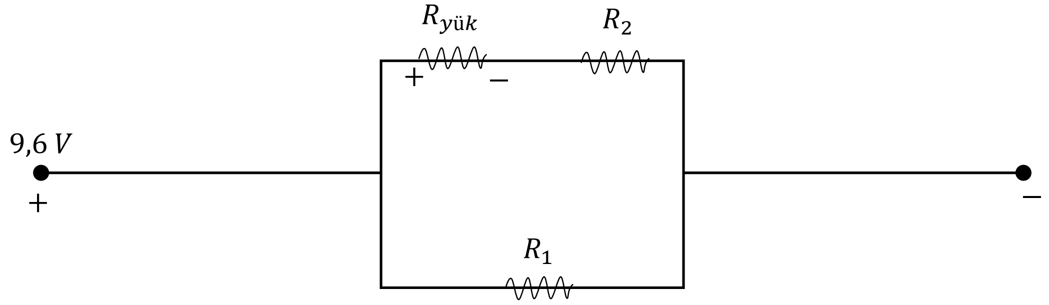
Sonuç olarak devrede öncelikle $R_{yük}$ ve R_1 ile oluşturulmuş bir seri bağlantı ve bu bağlantıya paralel R_2 direnci bulunuyor. Bu durumda paralel kollardaki gerilim birbirine eşit ve o da V_i ile aynıdır. Paralel kollardan birindeki her bir dirençte bulunan gerilim miktarı direnç değerleri ile doğru orantılıdır.

$$\begin{matrix} R_{yük} = 4k\Omega \\ R_1 = 8k\Omega \end{matrix} \quad => Gerilimi\ dirençleri\ ile\ doğru\ orantılı\ olarak\ paylaşırlar => \ V_0 = 3{,}2\ V$$

π –2π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada akım öncelikle $R_{yük}$ ve R_2 dirençlerinden seri ve R_1 direncinden paralel olarak geçer. Ardından D_2 diyotundan geçip devreyi tamamlar. D_1 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur.

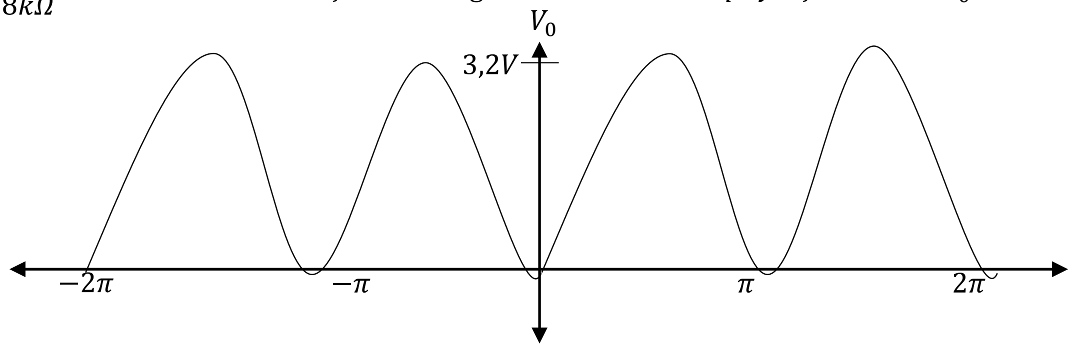


Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.



Sonuç olarak devrede öncelikle $R_{yük}$ ve R_2 ile oluşturulmuş bir seri bağlantı ve bu bağlantıya paralel R_1 direnci bulunuyor. Bu durumda paralel kollardaki gerilim birbirine eşit ve o da V_i ile aynıdır. Paralel kollardan birindeki her bir dirençte bulunan gerilim miktarı direnç değerleri ile doğru orantılıdır.

$$\begin{matrix} R_{yük} = 4k\Omega \\ R_2 = 8k\Omega \end{matrix} \quad => Gerilimi\ dirençleri\ ile\ doğru\ orantılı\ olarak\ paylaşırlar => \ V_0 = 3{,}2\ V$$



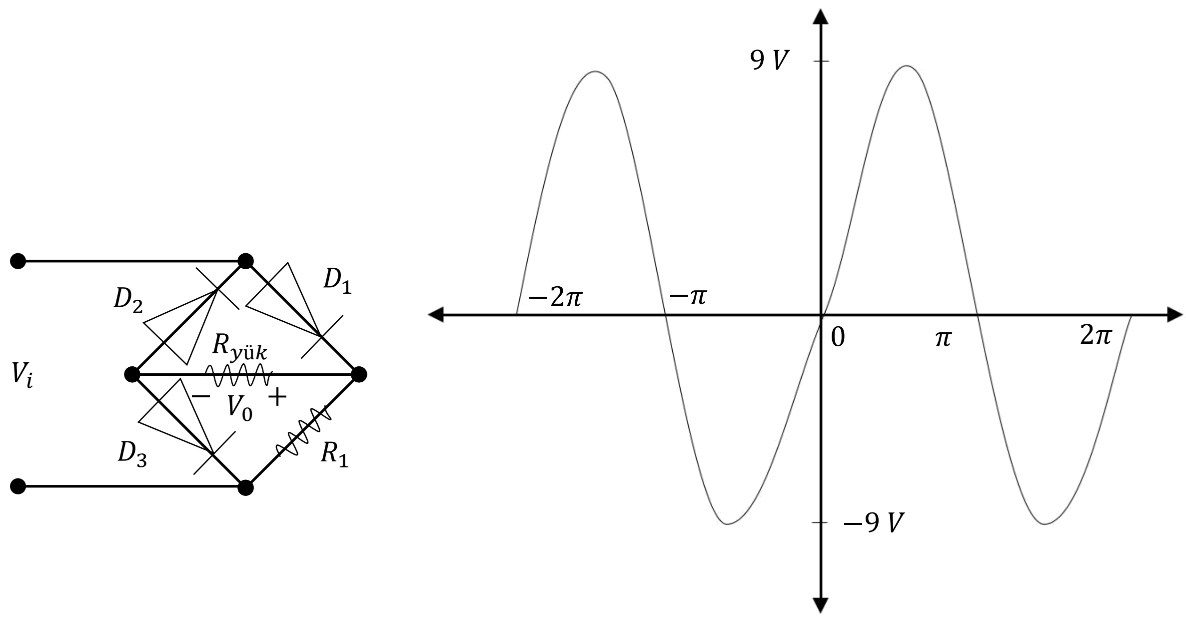
b)

$$V_0 = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} 3{,}2\sin(\omega t)d(\omega t) = -\frac{3{,}2}{\pi}\left(\cos(\omega t)\Big|_0^{\pi}\right) = -\frac{3{,}2}{\pi}(-1-1) = -\frac{3{,}2}{\pi}.-2 = \frac{6{,}4}{\pi} \approx 2{,}04\ldots$$

Burada çıkış grafiğimden yararlanarak farklı değer alınan her zaman aralığını kullanmam gerekiyordu.

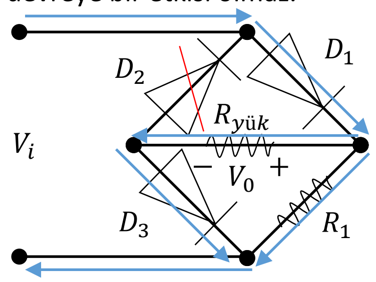
Öncelikle tüm integral işlemini periyotun çarpmaya göre tersi ile $\left(\frac{1}{T}\right)$ *ile çarpmalıyım. Periyot* (T) π *olduğu için ifadenin başında* $\frac{1}{\pi}$ *çarpanı bulunuyor. Daha sonrasında farklı değer alınan her zaman arağını için integral yazıp, bu integralleri toplamalıyım. Çıkış grafiğimde sadece bir değer olduğu için bu değer ve geçerli olduğu bir aralığı almalıyım. Geçerli olduğu aralık pozitif tarafta ve sıfır noktasında mümkün olduğunca yakın olmalıdır.*

3)

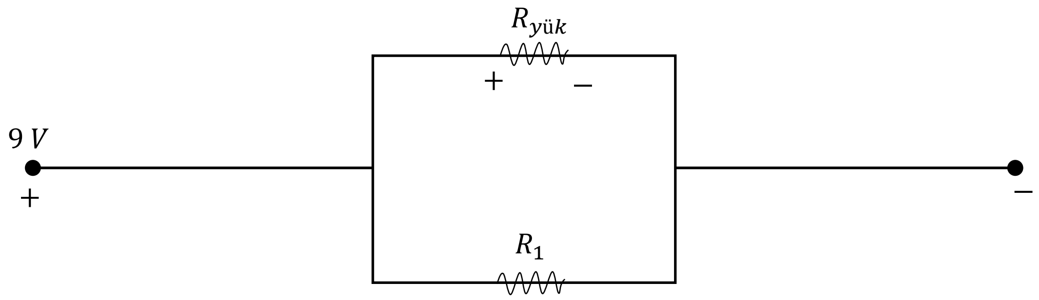


a)

0–π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada D_2 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur. Akım öncelikle D_1 diyotundan geçer, devamında $R_{yük}$ ve R_1 direncinden paralel olarak geçer. $R_{yük}$ direnci ile aynı kolda bulunan D_3 diyotu akım ile aynı yönde olacağı için akımı geçirir ve bunun dışında devreye bir etkisi olmaz.



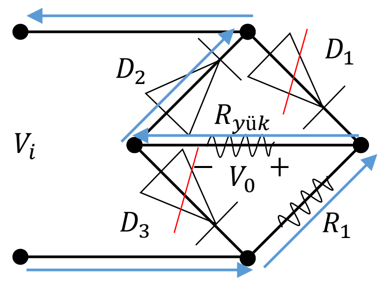
Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.



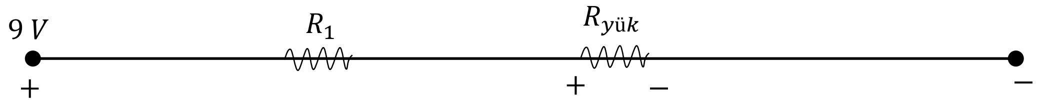
Sonuç olarak devrede öncelikle $R_{yük}$ ve R_1 ile oluşturulmuş bir paralel bağlantı bulunuyor. Bu durumda paralel kollardaki gerilim birbirine eşit ve o da V_i ile aynıdır.

$$V_0 = V_i = 9V$$

π –2π aralığında akım şekilde görüldüğü gibi ilerler. Burada D_3 diyotu akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur. Akım öncelikle R_1 ve $R_{yük}$ direncinden ardından D_2 diyotundan geçer. D_1 diyotu da akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur

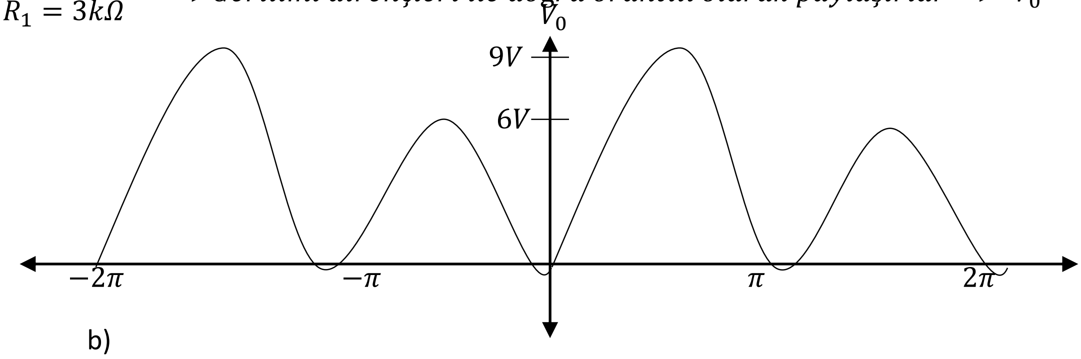


Akım yönüne bakarak devreyi tekrar düzenlersek aşağıdaki gibi olur.



Sonuç olarak devrede R_1 ve $R_{yük}$ ile oluşturulmuş bir seri bağlantı bulunuyor. Her bir direncin üzerine düşen gerilim miktarı direnç değeri ile doğru orantılı olur.

$$R_{yük} = 6k\Omega \quad R_1 = 3k\Omega \quad \Rightarrow Gerilimi\ dirençleri\ ile\ doğru\ orantılı\ olarak\ paylaşırlar \Rightarrow V_0 = 6\,V$$



b)

$$V_0 = \frac{1}{2\pi}\left(\int_0^{\pi} 9\sin(\omega t)d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} 6\sin(\omega t)d(\omega t)\right) = -\frac{1}{2\pi}\left(9\left(\cos(\omega t)\Big|_0^{\pi}\right) + 6\left(\cos(\omega t)\Big|_{\pi}^{2\pi}\right)\right)$$

$$= -\frac{9}{2\pi}(-1-1) - \frac{6}{2\pi}(1+1) = -\frac{9}{2\pi}.-2 - \frac{6}{2\pi}.2 = \frac{9}{\pi} - \frac{6}{\pi} = \frac{3}{\pi} \approx 0{,}955\ldots$$

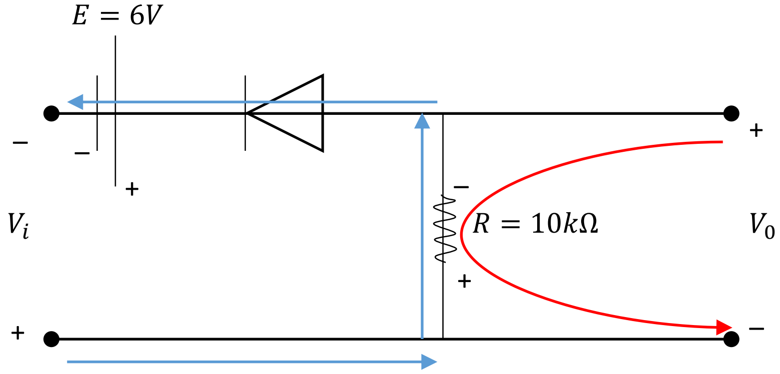
Burada çıkış grafiğimden yararlanarak farklı değer alınan her zaman aralığını kullanmam gerekiyordu.

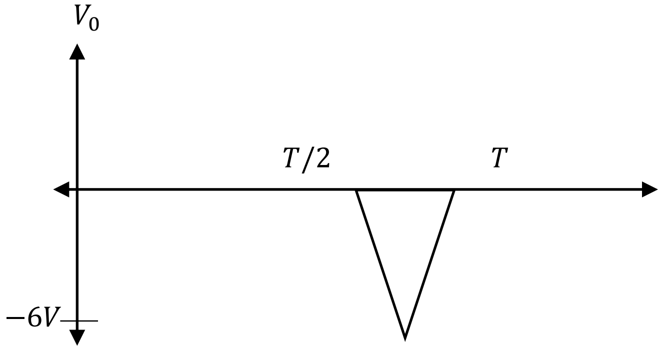
Öncelikle tüm integral işlemini periyotun çarpmaya göre tersi ile $\left(\frac{1}{T}\right)$ *ile çarpmalıyım. Periyot* (T) 2π *olduğu için ifadenin başında* $\frac{1}{2\pi}$ *çarpanı bulunuyor. Daha sonrasında farklı değer alınan her zaman arağını için integral yazıp, bu integralleri toplamalıyım. Çıkış grafiğimde iki farklı değer olduğu için bu değerler ve geçerli oldukları birer aralığ almalıyım. Alınan aralıklar pozitif tarafta ve sıfır noktasında mümkün olduğunca yakın olmalıdır.*

4)

5)

Devrede 0–T/2 aralığında diyot her an tıkamada olur. T/2–T aralığında girişim ve güç kaynağım ters yönlü olacağı için giriş gerilimim güç kaynağına eşit olana kadar diyor tıkamada olur. Buraya kadar olan kısımda diyot tıkamada olacağı için akım geçişi olmaz ve çıkış gerilimi 0 olur. Giriş gerilimi güç kaynağından daha güçlü olduğu sürece diyot yönü akım yönü ile aynı olacaktır. Bu durumda direnç üzerinde giriş gerilimi ile güç kaynağının farkı kadar gerilim oluşur ve bu gerilim çıkış gerilimim olur.

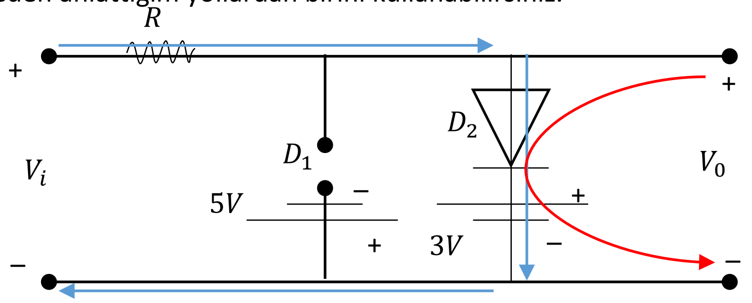




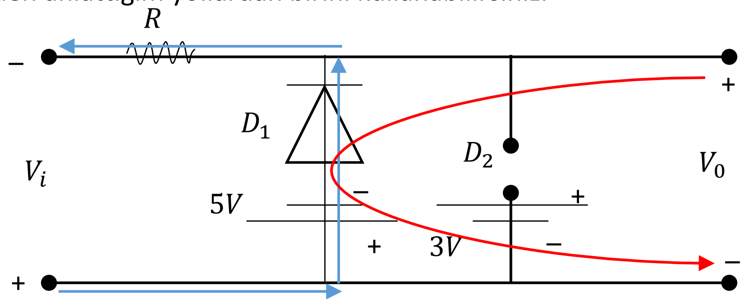
İlk şekilde daha önce bahsettiğim durumdaki akım yönü ve akım yönüne göre direncin + ve – uçları gözüküyor. Çıkış geriliminden çevre aldığım zaman direncin – ucunu görüyorum bu nedenle çıkış – işaretli olmalıdır. (Başka bir mantık olarak çıkış geriliminin + veya – ucundan başlayarak devreye baktığımızda direncin ilk hangi ucunu gördüğümüze bakmalıyız, eğer başladığımız uç ile ilk gördüğümüz uç aynı değilse çıkışın işareti – aynı ise çıkışın işareti + olur.) Bu durumda diyot üzerinden akım geçebilen aralıkta direncin üzerinden 12 – 6 = 6 V luk bir gerilim oluşur ve bu gerilimin işareti – dir. Bunu ikinci şekilde görülebilir.

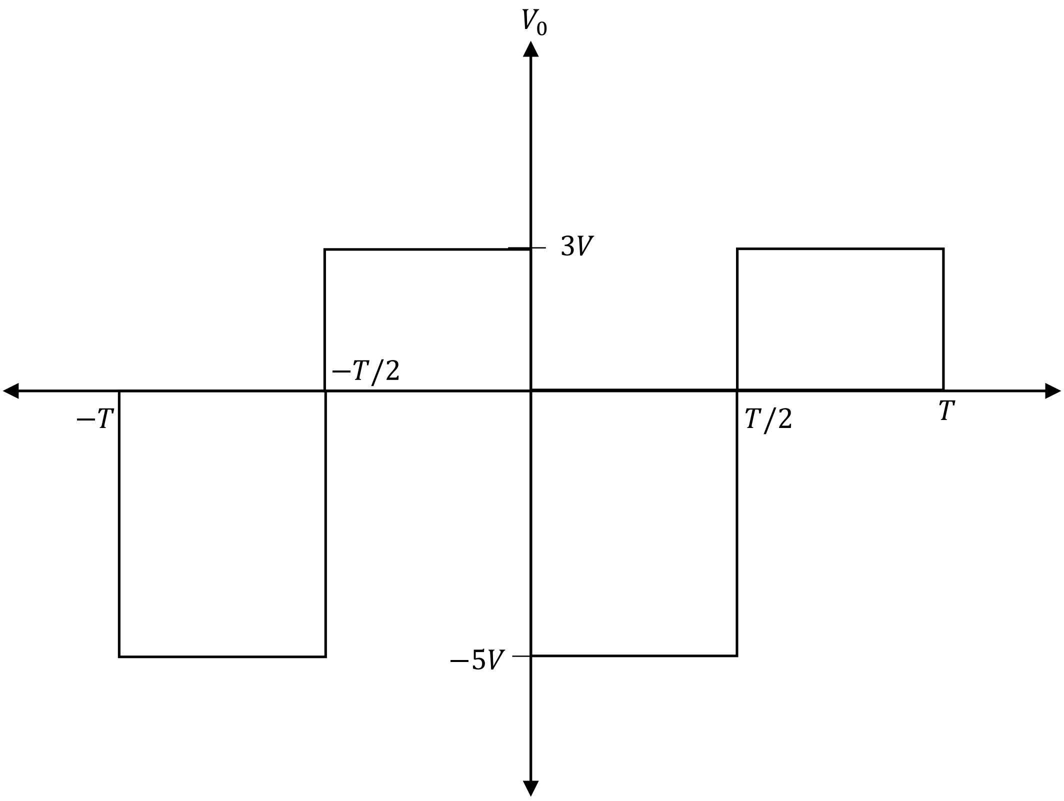
6)

0–T/2 aralığına bakıldığında D_1 diyotunun tıkamada olduğu ve tüm akımın D_2 diyotu üzerinden geçtiği gözüküyor. Bu durumda çıkış gerilimi için çevre çizersek akım geçen kol üzerinde sadece güç kaynağı olduğu için çıkış gerilimi güç kaynağına eşit olur. Çıkışın işareti için daha önceden anlattığım yollardan birini kullanabilirsiniz.



T/2–T aralığına bakıldığında D_2 diyotunun tıkamada olduğu ve tüm akımın D_1 diyotu üzerinden geçtiği gözüküyor. Bu durumda çıkış gerilimi için çevre çizersek akım geçen kol üzerinde sadece güç kaynağı olduğu için çıkış gerilimi güç kaynağına eşit olur. Çıkışın işareti için daha önceden anlattığım yollardan birini kullanabilirsiniz.

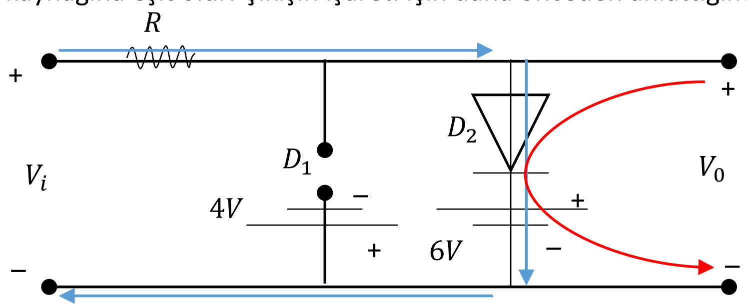




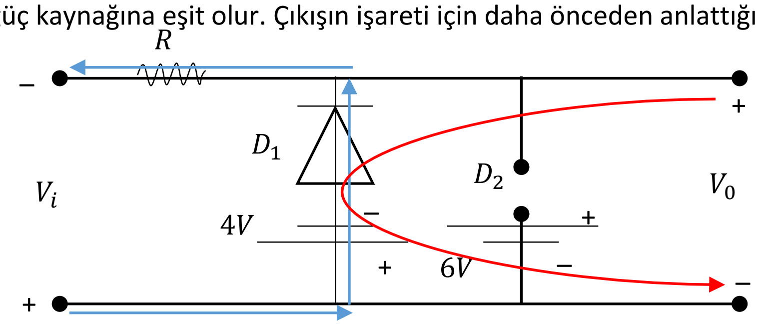
7)

a)

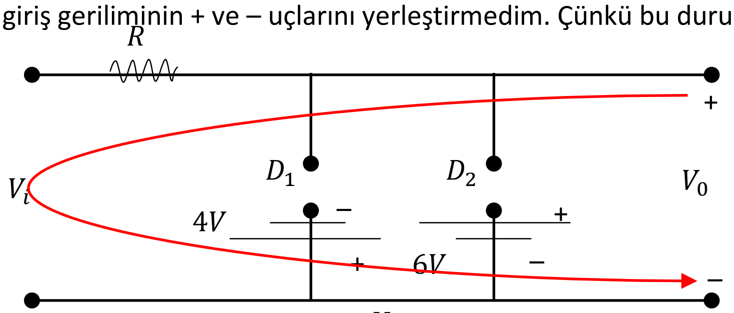
0–T/2 aralığına bakıldığında D_1 diyotunun tıkamada olduğu ve tüm akımın D_2 diyotu üzerinden geçtiği gözüküyor. Akımın bu şekilde ilerleyebilmesi için giriş geriliminin akımın geçtiği kol üzerindeki güç kaynağından daha güçlü olmalıdır. Aksi durumlarda D_2 diyotu da tıkamada olacaktır. Bu durumda çıkış gerilimi için çevre çizersek akım geçen kol üzerinde sadece güç kaynağı olduğu için çıkış gerilimi güç kaynağına eşit olur. Çıkışın işareti için daha önceden anlattığım yollardan birini kullanabilirsiniz.

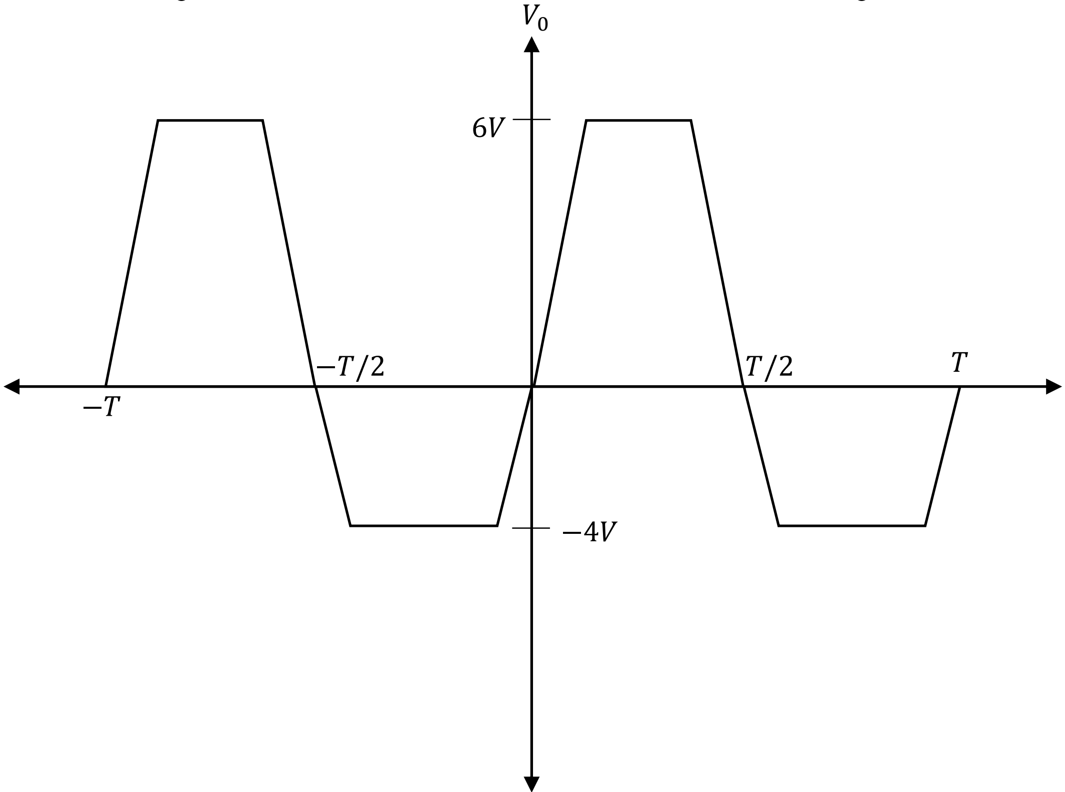


T/2–T aralığına bakıldığında D_2 diyotunun tıkamada olduğu ve tüm akımın D_1 diyotu üzerinden geçtiği gözüküyor. Akımın bu şekilde ilerleyebilmesi için giriş geriliminin akımın geçtiği kol üzerindeki güç kaynağından daha güçlü olmalıdır. Aksi durumlarda D_2 diyotu da tıkamada olacaktır. Bu durumda çıkış gerilimi için çevre çizersek akım geçen kol üzerinde sadece güç kaynağı olduğu için çıkış gerilimi güç kaynağına eşit olur. Çıkışın işareti için daha önceden anlattığım yollardan birini kullanabilirsiniz.



Her iki diyotun da tıkamada olduğu durumda çıkış gerilimi doğrudan giriş gerilimini görür. Bu nedenle o andaki değerini alır. (Aşağıda göstermiş olduğun şekilde giriş geriliminin + ve – uçlarını yerleştirmedim. Çünkü bu durum her iki yön için de değerlendirilmesi gerekiyor.)



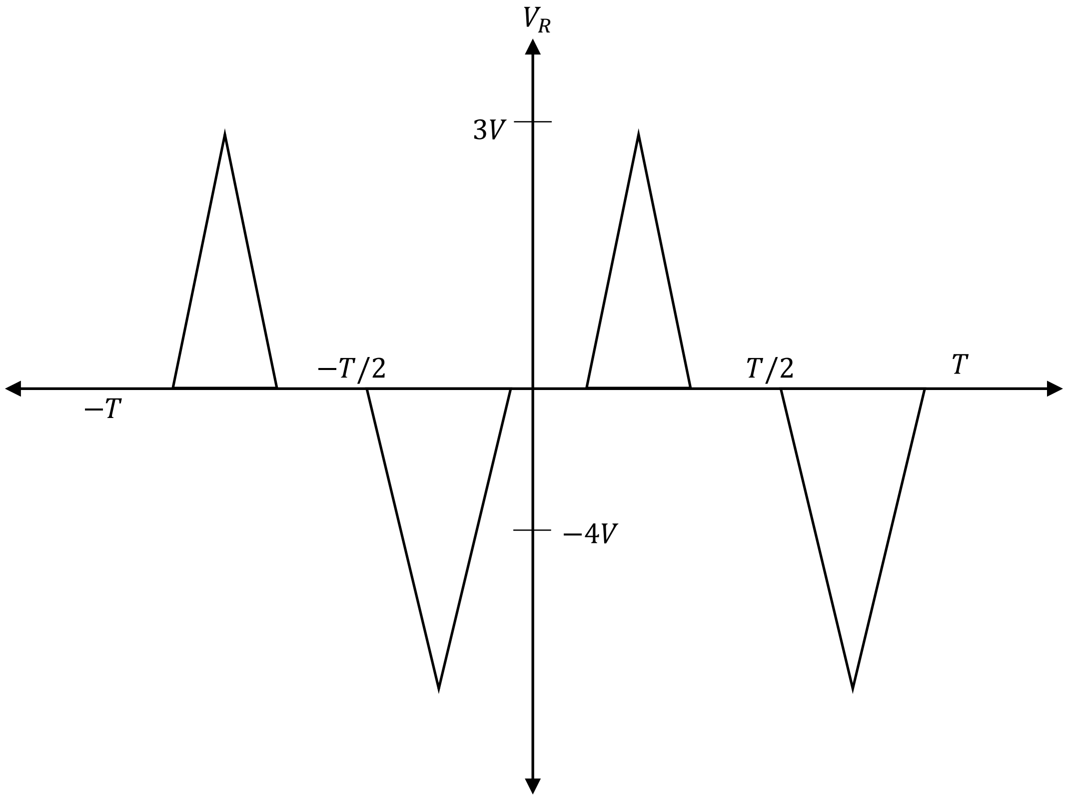


b)

0–T/2 aralığında (iki diyotun aynı anda tıkamada olmadığı durum düşünülerek) akım yukarıda gösterildiği gibi ilerler. Bu durumda direncin üzerinden bir akım geçeceği için bir gerilimi de oluşur ve bu gerilim giriş gerilimi ile güç kaynağının farkına eşittir.

T/2–T aralığında (iki diyotun aynı anda tıkamada olmadığı durum düşünülerek) akım yukarıda gösterildiği gibi ilerler. Bu durumda direncin üzerinden bir akım geçeceği için bir gerilimi de oluşur ve bu gerilim giriş gerilimi ile güç kaynağının farkına eşittir.

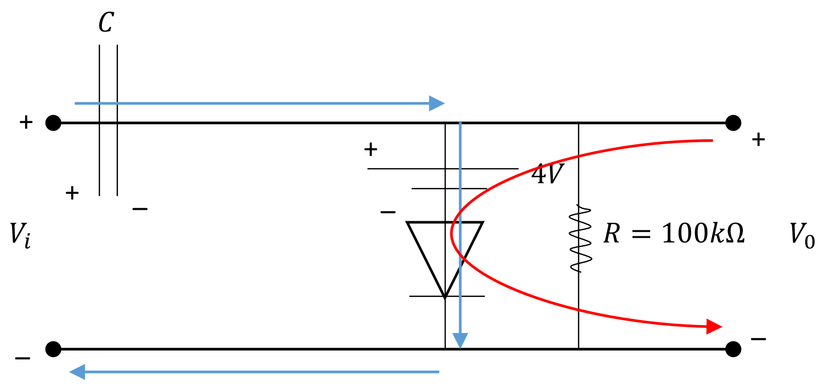
Kalan durumlarda direncin üzerinden bir akım geçmeyeceği için gerilimi 0'a eşit olur.



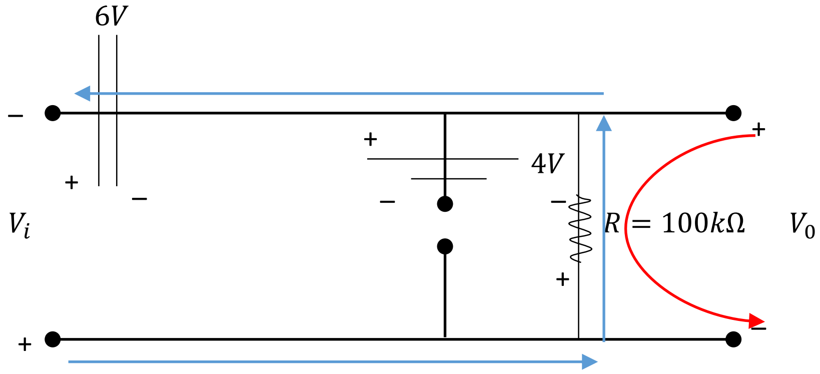
8)

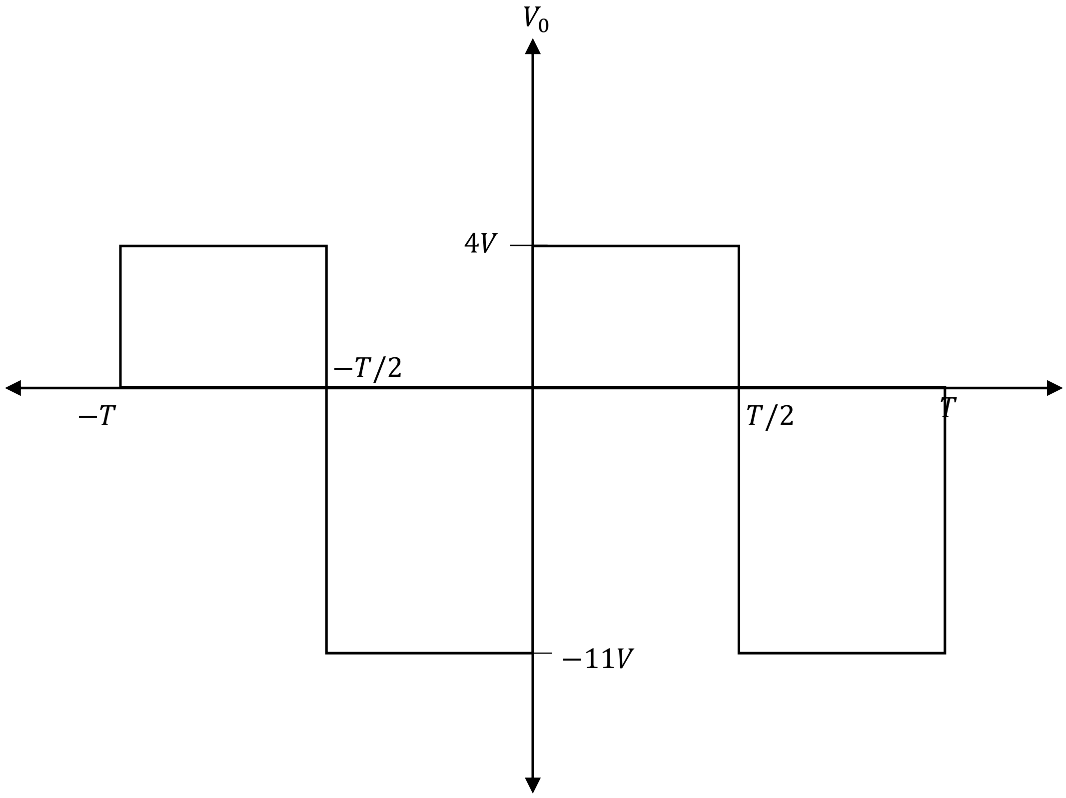
Öncelikle kapasitenin dolduğu aralığa bakmalıyım. Bu aralık 0–T/2 aralığıdır. Çünkü T/2–T aralığında diyot tıkamada olacağı için akım direnç üzerinden akacaktır. Kapasitenin dolması C değerine ve akıma bağlıdır. Akım çok büyük olan direnç üzerinden geçtiği için akımın değeri ihmal edilebilecek kadar küçük olur. Bu durumda kapasite dolamaz.

0–T/2 aralığına bakıldığında görülüyor ki diyot ile aynı kolda bulunan güç kaynağının ters bağlanmasından dolayı, giriş gerilimi güç kaynağından büyük olana kadar yine kapasite dolamaz. Giriş gerilimi güç kaynağının değerinden büyük olduğu zaman kapasite dolmaya başlar ve bu zaman aralığında giriş geriliminin maksimum değeri ile güç kaynağının farkı kadar dolmuş olur. Bu durumda kapasite giriş geriliminin + ucunun olduğu yerden + ile diğer taraftan – ile yüklenmiş olacaktır ve çıkış gerilimi çevreden dolayı diyot ile aynı kol üzerindeki güç kaynağının değerini alır.



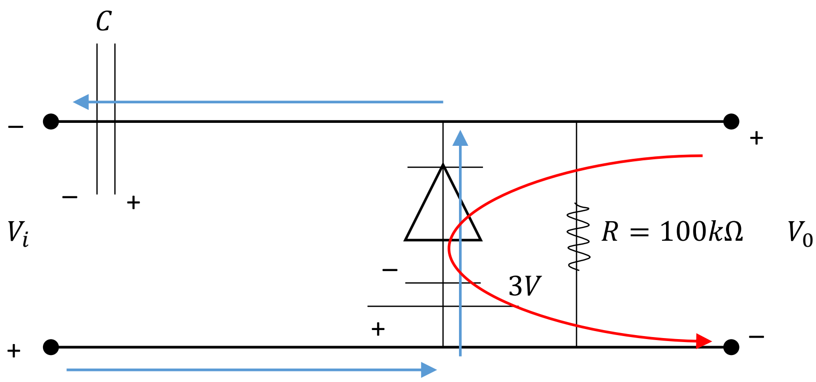
T/2–T aralığına bakıldığında görülüyor ki diyot akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur ve tüm akım direnç üzerinden geçer. Bu zaman aralığında kapasite ile giriş gerilimi aynı yönde olduğu için toplanırlar. Bu toplam gerilim direncin üzerindedir ve aynı zamanda çıkış gerilimi de bu değeri alır.



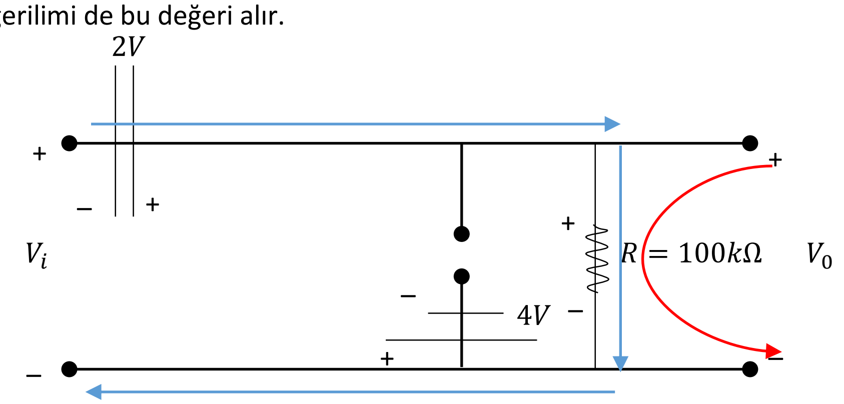


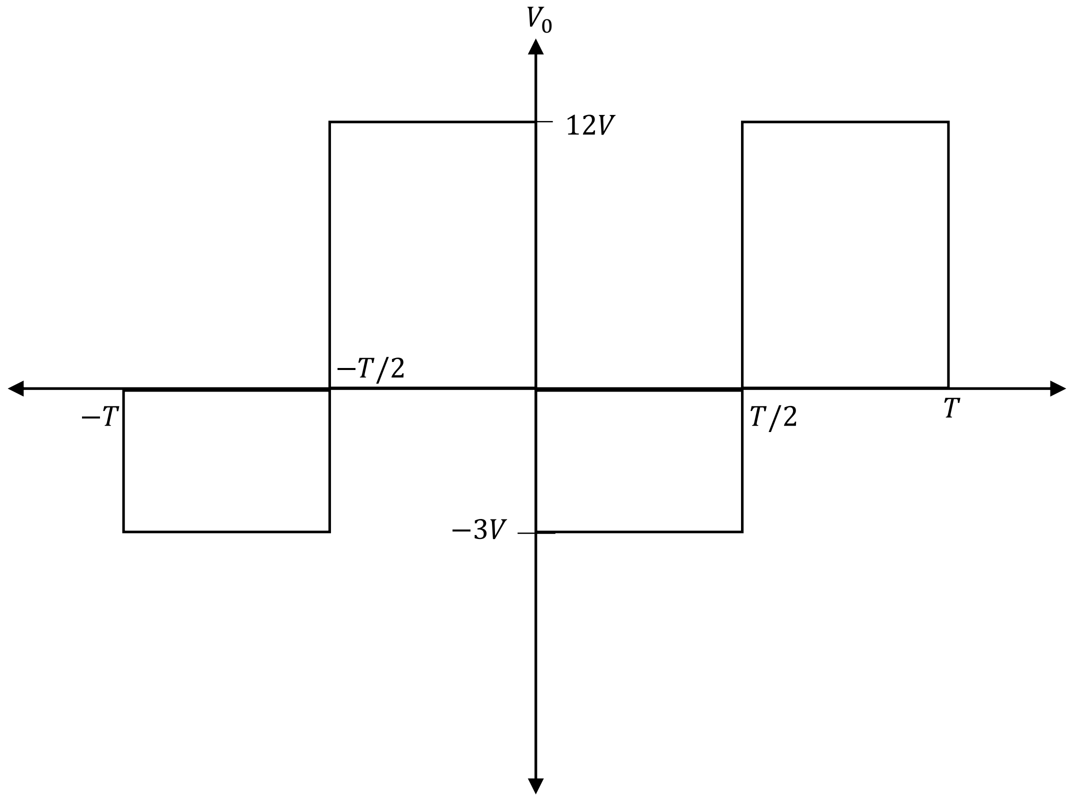
9)

Öncelikle kapasitenin dolduğu aralığa bakmalıyım. Bu aralık T/2–T aralığıdır. Çünkü 0–T/2 aralığında diyot tıkamada olacağı için akım direnç üzerinden akacaktır. Kapasitenin dolması C değerine ve akıma bağlıdır. Akım çok büyük olan direnç üzerinden geçtiği için akımın değeri ihmal edilebilecek kadar küçük olur. Bu durumda kapasite dolamaz.
T/2–T aralığına bakıldığında görülüyor ki diyot ile aynı kolda bulunan güç kaynağının ters bağlanmasından dolayı, giriş gerilimi güç kaynağından büyük olana kadar yine kapasite dolamaz. Giriş gerilimi güç kaynağının değerinden büyük olduğu zaman kapasite dolmaya başlar ve bu zaman aralığında giriş geriliminin maksimum değeri ile güç kaynağının farkı kadar dolmuş olur. Bu durumda kapasite giriş geriliminin – ucunun olduğu yerden – ile diğer taraftan + ile yüklenmiş olacaktır ve çıkış gerilimi çevreden dolayı diyot ile aynı kol üzerindeki güç kaynağının değerini alır.



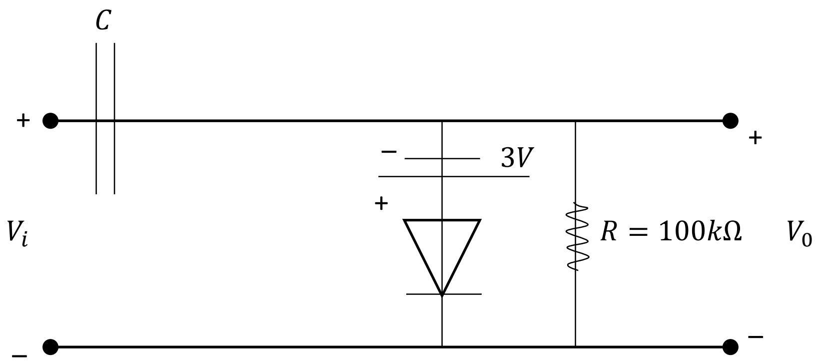
0–T/2 aralığına bakıldığında görülüyor ki diyot akım yönüne ters olduğu için tıkamada olur ve tüm akım direnç üzerinden geçer. Bu zaman aralığında kapasite ile giriş gerilimi aynı yönde olduğu için toplanırlar. Bu toplam gerilim direncin üzerindedir ve aynı zamanda çıkış gerilimi de bu değeri alır.





10)

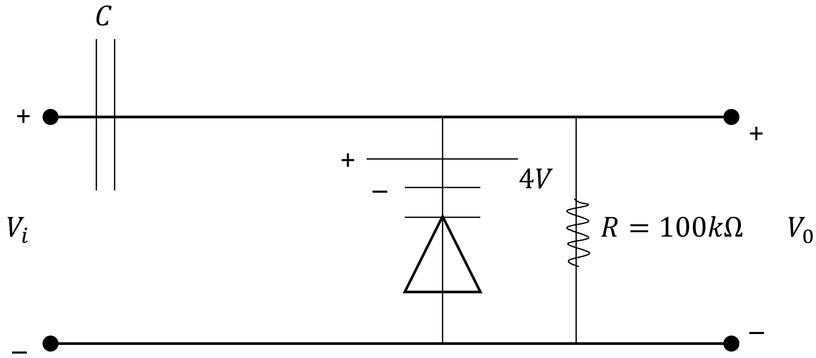
0–T/2 aralığında 6V giriş uygulandığında –3V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta kapasitenin dolduğunu düşünürsek akım diyot üzerinden ve diyot ile aynı koldaki güç kaynağı üzerinden geçecektir. Güç kaynağının değeri çıkış geriliminde gözükür ve çıkışın – olduğu bilindiği için yönü çıkışın + ucuna güç kaynağının – ucu gelecek şekildedir. Bu durumda giriş ile güç kaynağı aynı yöndedir. Bu nedenle kapasite giriş ile güç kaynağının gerilimleri toplamı kadar yüklenir. Yani 9V kadardır.
T/2–T aralığında –6V giriş uygulandığında –15V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta diyot tıkamada olacağı için akım direnç üzerinden geçecektir. Bu sırada kapasite boşalacak ve kapasite ile giriş geriliminin toplam gerilimi direnç üzerinde oluşacaktır. Bu durumda çıkış gerilimi için bir sağlama yapacak olursam, kapasite giriş gerilimim ile aynı yönde olacaktır. Yani ikisinin toplamı direnç üzerindeki gerilim olacaktır. Bu da 6 + 9 = 15V olur. Akımın gelme yönünü düşündüğümüzde direncin + ucu çıkışın – ucuna yakın olacaktır. Bu nedenle çıkışta direncin geriliminin eksilisi gözükür. Sonuç olarak artık devreyi çizersem:



11)

T/2–T aralığında –7V giriş uygulandığında 4V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta kapasitenin dolduğunu düşünürsek akım diyot üzerinden ve diyot ile aynı koldaki güç kaynağı üzerinden geçecektir. Güç kaynağının değeri çıkış geriliminde gözükür ve çıkışın + olduğu bilindiği için yönü çıkışın + ucuna güç kaynağının + ucu gelecek şekildedir. Bu durumda giriş ile güç kaynağı aynı yöndedir. Bu nedenle kapasite giriş ile güç kaynağının gerilimleri toplamı kadar yüklenir. Yani 11V kadardır.

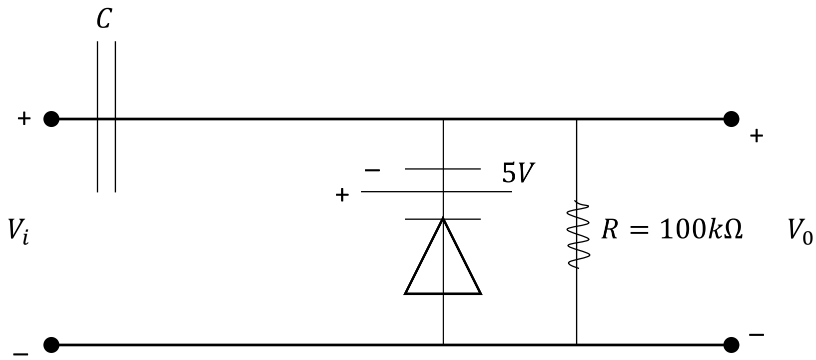
0–T/2 aralığında 7V giriş uygulandığında 18V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta diyot tıkamada olacağı için akım direnç üzerinden geçecektir. Bu sırada kapasite boşalacak ve kapasite ile giriş geriliminin toplam gerilimi direnç üzerinde oluşacaktır. Bu durumda çıkış gerilimi için bir sağlama yapacak olursam, kapasite giriş gerilimim ile aynı yönde olacaktır. Yani ikisinin toplamı direnç üzerindeki gerilim olacaktır. Bu da 7 + 11 = 18V olur. Akımın gelme yönünü düşündüğümüzde direncin + ucu çıkışın + ucuna yakın olacaktır. Bu nedenle çıkışta direncin geriliminin kendisi gözükür. Sonuç olarak artık devreyi çizersem:



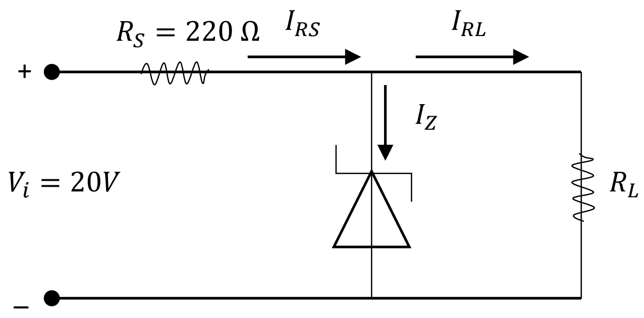
12)

T/2–T aralığında –8V giriş uygulandığında –5V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta kapasitenin dolduğunu düşünürsek akım diyot üzerinden ve diyot ile aynı koldaki güç kaynağı üzerinden geçecektir. Güç kaynağının değeri çıkış geriliminde gözükür ve çıkışın – olduğu bilindiği için yönü çıkışın + ucuna güç kaynağının – ucu gelecek şekildedir. Bu durumda giriş ile güç kaynağı ters yöndedir. Bu nedenle kapasite giriş ile güç kaynağının gerilimleri farkı kadar yüklenir. Yani 3V kadardır.

0–T/2 aralığında 8V giriş uygulandığında 11V çıkış oluşmuş. Bu aralıkta diyot tıkamada olacağı için akım direnç üzerinden geçecektir. Bu sırada kapasite boşalacak ve kapasite ile giriş geriliminin toplam gerilimi direnç üzerinde oluşacaktır. Bu durumda çıkış gerilimi için bir sağlama yapacak olursam, kapasite giriş gerilimim ile aynı yönde olacaktır. Yani ikisinin toplamı direnç üzerindeki gerilim olacaktır. Bu da 8 + 3 = 11V olur. Akımın gelme yönünü düşündüğümüzde direncin + ucu çıkışın + ucuna yakın olacaktır. Bu nedenle çıkışta direncin geriliminin kendisi gözükür. Sonuç olarak artık devreyi çizersem:



13)



Öncelikle devreyi zener olmadan düşünüp direnç üzerinde oluşan gerilime bakmalıyız. Direncin üzerinde oluşan gerilim miktarı V_Z geriliminden düşük ise zenerin çalışması için yeterli değildir ve zener tıkamada olur. Direncin üzerinde oluşan gerilim miktarı V_Z geriliminden yüksek ise zenerin çalışması için yeterlidir ve zener iletimde iken direncin gerilimi V_Z değerinde sabitlenir.

a)

Eğer devrede zener olmazsa devre standart seri bağlantı devresi olur. Bu durumda öncelikle I_{RS} = I_{RL} = I olur.

$$I = \frac{V_i}{R_S + R_L} = \frac{V_{RL}}{R_L} => \frac{20}{220+180} = \frac{V_{RL}}{180} => \frac{20}{400} = \frac{V_{RL}}{180} => V_{RL} = 9\,V < V_Z$$

Olduğundan dolayı zener tıkamada olur. Zener tıkamada olduğu için üzerinden akım geçmez ve bu nedenle I_Z = 0 olur.

$$I_{RS} = I_{RL} = \frac{20}{400} = 0{,}05\,A = 50mA$$

b)

Eğer devrede zener olmazsa devre standart seri bağlantı devresi olur. Bu durumda öncelikle I_{RS} = I_{RL} = I olur.

$$I = \frac{V_i}{R_S + R_L} = \frac{V_{RL}}{R_L} => \frac{20}{220+470} = \frac{V_{RL}}{470} => \frac{20}{690} = \frac{V_{RL}}{470} => V_{RL} \approx 13{,}62\,V \geq V_Z$$

Olduğundan dolayı zener üzerinden akım geçer. Zener üzerinden akım geçtiği için direncin gerilimi zenerin gerilimi ile sınırlanır ve bu nedenle V_{RL} = 10 V olur.

$$I_{RS} = \frac{V_{İ} - V_{RL}}{R_S} = \frac{20-10}{220} = \frac{10}{220} \approx 0{,}45\,A = 45\,mA \; I_{RL} = \frac{V_{RL}}{R_L} = \frac{10}{470} \approx 0{,}021\,A = 21\,mA \; I_Z = I_{RS} - I_{RL} = 0{,}024\,A = 24\,mA$$

14)

Soruda yazılmış açıklamayı tekrar yazarak verilen değerlerimi belirliyorum.

1 kΩ'luk bir yük direnci üzerinde 20 voltluk bir çıkış gerilimi sağlayacak, 30 ila 50 volt arası girişe sahip bir gerilim regülatörü tasarlayınız. R_L = 1 kΩ V_{RL} = V_Z = 20 V $V_İ$ = 30–50 V

Verilenleri belirlediğime göre artık çözüme başlayabilirim. Öncelikle giriş gerilimi minimum zeneri çalıştıracak güçte olmalıdır.

$$V_{RL} = V_Z = \frac{R_L V_{İ}}{R_L + R_S} => V_{İ_{min}} = \frac{R_L + R_S}{R_L} V_Z => 30 = \frac{1000 + R_S}{1000}.20 => 1500 = 1000 + R_S => R_S = 500\,\Omega = 0{,}5\,k\Omega$$

Giriş geriliminin maksimum gücü zenerin maksimum akımı ile sınırlıdır.

$$V_{İ} = V_{Rs} + V_Z = I_{Rs}R_s + V_Z$$
$$I_{Rs} = I_Z + I_{RL} = I_Z + \frac{V_{RL}}{R_L} => V_{İ} = \left(I_Z + \frac{V_{RL}}{R_L}\right)R_s + V_Z => V_{İ_{max}} = \left(I_{Z_{max}} + \frac{V_{RL}}{R_L}\right)R_s + V_Z =>$$

$$50 = \left(I_{Z_{max}} + \frac{20}{1000}\right)500 + 20 => 30 = 500\left(I_{Z_{max}} + 0{,}02\right) => 0{,}06 = I_{Z_{max}} + 0{,}02 => I_{Z_{max}} = 0{,}04\,A = 40\,mA$$

15)

a)

R_L direncinin maksimum ve minimum değerlerini bulmak için direncin üzerine düşen gerilimi akımın sınırlarına bölmeliyim.

$$R_{L_{min}} = \frac{V_L}{I_{L_{max}}} = \frac{12}{0{,}2} = 60\,\Omega$$
$$R_{L_{max}} = \frac{V_L}{I_{L_{min}}} = \frac{12}{0} = \infty$$

I_L akımının maksimum değerinde zener üzerinden geçen akım 0'a eşit olur. Yani devrenin tüm akımı R_L direnci üzerindedir.

$$V_{İ} = I_L R_S + V_L => 16 = 0{,}2.R_S + 12 => 4 = 0{,}2.R_S => R_S = 20\,\Omega$$

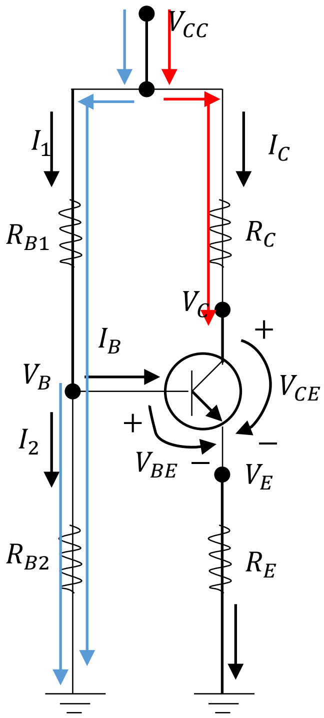
b)

Zenerin maksimum gücü zenerin gerilimi ile maksimum akımının çarpımı ile bulunur. Zenerin maksimum akımı R_L direncinden geçen akım minimum olduğu durumdur. Yani bu durumda da tüm akım zener üzerinde olacaktır ve bu akım direncin maksimum akımına eşittir.

$$P_{Z_{max}} = V_Z I_{Z_{max}} = V_Z I_{L_{max}} = 12.200 = 2400\,mW$$

16)

Kullanacağım kuralları daha iyi anlatabilmek için öncelikle devreyi tekrar çiziyorum. Kapasiteleri bu soru tipinde kullanmayacağım için çizmiyorum.



Yaklaşık analizde β kullanılmadan çözüm yapılır. Bu çözümün ilk adımı R_{B1} ve R_{B2} dirençlerini aynı kol üzerinde düşünmektir. Bu durumda her iki dirençten de aynı akım geçer ve mavi renk ile gösterdiğim düğüm denklemlerini yazabilirim.

$$\left.\begin{array}{r} V_{CC} - 0 = I(R_{B1} + R_{B2}) => I = \dfrac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} \\ V_B - 0 = IR_{B2} => I = \dfrac{V_B}{R_{B2}} \end{array}\right. => \frac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{V_B}{R_{B2}} => \frac{6}{82 + 24} = \frac{V_B}{24} => V_B \approx 1,358\,V$$

V_{BE} gerilimini bildiğim için artık V_E gerilimini bulabilirim.

$$V_{BE} = V_B - V_E => 0,7 = 1,358 - V_E => V_E = 0,658\,V$$

Elimde V_E gerilimi olduğuna göre R_E direncini bulmak için tek ihtiyacım I_E akımı ve yaklaşık olarak I_C ile eşit olduğu için I_C akımını bulmam yeterli olur. Bunun için kırmızı ile gösterdiğim düğüm denklemini kullanabilirim.

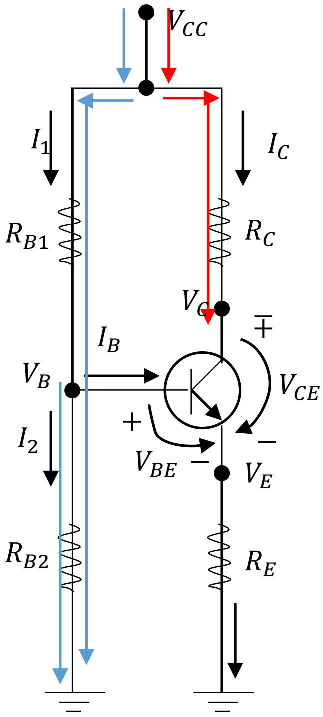
$$V_{CC} - V_C = I_C R_C => 16 - 6 = 5I_C => 5I_C = 10 => I_C = 2\,mA$$

Artık R_E direncini hesaplayabilirim.

$$V_E = I_E R_E => 0,658 = 2R_E => R_E = 0,329\,k\Omega$$

17)

Kullanacağım kuralları daha iyi anlatabilmek için öncelikle devreyi tekrar çiziyorum. Kapasiteleri bu soru tipinde kullanmayacağım için çizmiyorum.



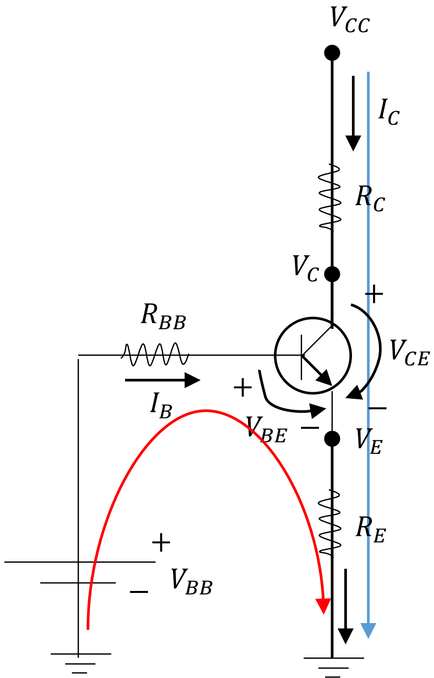
a)

Tam analizde ilk olarak yapılması gereken transistorun B ucunun eşdeğerinin alınmasıdır. Bu işlem şu eşitlikler ile sağlanır:

$$R_{BB} = \frac{R_{B1}R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}} = \frac{220.33}{220+33} = \frac{7260}{253} \approx 28{,}7\ k\Omega$$

$$V_{BB} = \frac{R_{B2}}{R_{B1}+R_{B2}}V_{CC} = \frac{33}{220+33}25 = \frac{825}{253} \approx 3{,}26\ V$$

Bu adımdan sonra devre biraz değişir.



Yeni oluşan devre şekline göre BE çevre denklemi(kırmızı renkli kısım) çizilebilir.

$$\begin{array}{c} -V_{BB} + R_{BB}I_B + V_{BE} + R_E I_E = 0 \Rightarrow R_{BB}I_B + R_E I_E = V_{BB} - V_{BE} \\ I_C = \beta I_B \Rightarrow I_E = I_C + I_B = (\beta+1)I_B \end{array} \Rightarrow I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_{BB} + (\beta+1)R_E} = \frac{3{,}26 - 0{,}7}{28{,}7 + 181.1{,}8} = \frac{2{,}56}{354{,}5} \approx 7{,}22\ \mu A$$

I_B akımını bulduktan sonra CE çevre denklemi(mavi renkli kısım) çizilebilir.

$$\begin{array}{c} -V_{CC} + R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E = 0 \Rightarrow R_C I_C + R_E I_E = V_{CC} - V_{CE} \\ I_C = \beta I_B \Rightarrow I_E = I_C + I_B = (\beta+1)I_B \Rightarrow I_E \approx I_C \end{array} \Rightarrow R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{\beta I_B} - R_E = \frac{25 - 12{,}5}{180.7{,}22} - 1{,}8 = \frac{12{,}5}{1299{,}6} - 1{,}8 \approx 7{,}81\ k\Omega$$

b)

Yaklaşık analizde β kullanılmadan çözüm yapılır. Bu çözümün ilk adımı R_{B1} ve R_{B2} dirençlerini aynı kol üzerinde düşünmektir. Bu durumda her iki dirençten de aynı akım geçer ve mavi renk ile gösterdiğim düğüm denklemlerini yazabilirim.

$$\begin{matrix} V_{CC} - 0 = I(R_{B1} + R_{B2}) => I = \dfrac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} \\ V_B - 0 = IR_{B2} => I = \dfrac{V_B}{R_{B2}} \end{matrix} => \frac{V_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{V_B}{R_{B2}} => \frac{25}{220 + 33} = \frac{V_B}{33} => V_B \approx 3,261\,V$$

V_{BE} gerilimini bildiğim için artık V_E gerilimini bulabilirim.

$$V_{BE} = V_B - V_E => 0,7 = 3,261 - V_E => V_E = 2,561\,V$$

Elimde V_E gerilimi olduğuna göre V_C gerilimini bulabilirim.

$$V_{CE} = V_C - V_E => 12,5 = V_C - 2,561 => V_C = 15,061\,V$$

Artık R_C değerine ulaşmak için gereken iki değerden (V_C ve I_C) birini bulduk. Sırada I_C değerini bulmak var. I_E ile I_C yaklaşık olarak aynı değere sahip oldukları için $I_E = I_C$ diyebiliriz. Bu durumda I_E değerini bulmalıyız. Bunun için V_E gerilim değerini kullanmalıyız.

$$V_E = I_E R_E => 15,061 = 1,8 I_E => I_E = 1,423\,mA$$

Artık R_C direncini hesaplayabilirim.

$$V_{CC} - V_C = I_C R_C => 25 - 15,061 = 1,423 R_C => 1,423 R_C = 9,939 => R_C = 6,984\,\mathrm{k\Omega}$$

18)