

DENEY 2

Güç Kaynağı Gerilim Regülasyonu

Amaçlar:

- Regüleli ve filtrelili bir güç kaynağı tasarlamak
- Regülasyon verimliliğini ve çıkış salınımlarının ölçülmesi

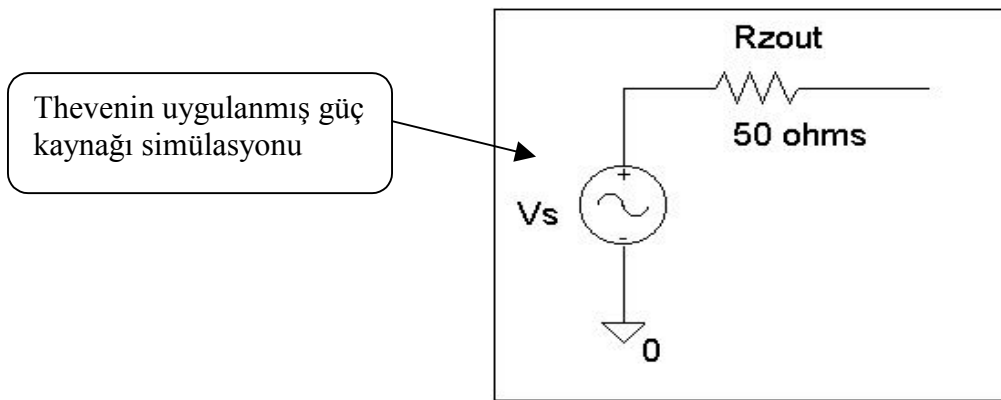
Önbilgi:

“Kaliteli” bir güç kaynağı yük değeri ne olursa olsun istenen sabit bir gerilim düzeyini sağlayabilmelidir. Ancak “gerçek” güç kaynakları çıkışlarında bir dalgalanma ve yük ile değişen çıkış voltajı üretirler.

Bu bölümde makul boyutları, fiyat ve karmaşıklık limitlerini aşmaksızın mükemmel yakın bir güç kaynağı yapmak bizim amacımız olacaktır. Devreyi tasarım felsefemiz ise ilk önce en basitinden başlayarak kademe kademe devreye yeni eleman ve devreler ekleyerek amacımıza ulaşmak olacaktır.

“Gerçek” Güç Kaynağı:

Can güvenliği nedeniyle, pratikte genellikle priz ve gerilim düşürücü transformatör çıkışını simüle etmek için laboratuvarlarda işaret üreteçleri kullanılır. Laboratuvar tipi işaret üreteçlerinin belli bir değerde çıkış empedanslarının olmasına karşın PSpice’ da kullanılan işaret üreteçlerinin çıkış empedansları ideal kaynakların çıkış empedanslarının değerleri gibi sıfırdır. Bir laboratuvar işaret kaynağını Pspice’ da simüle etmek için Şekil 1 de görüldüğü gibi gerilim kaynağına seri bir direnç ekleyebiliriz. Genellikle Z_{out} için kullanılan değerler 50Ω ve 600Ω dur.

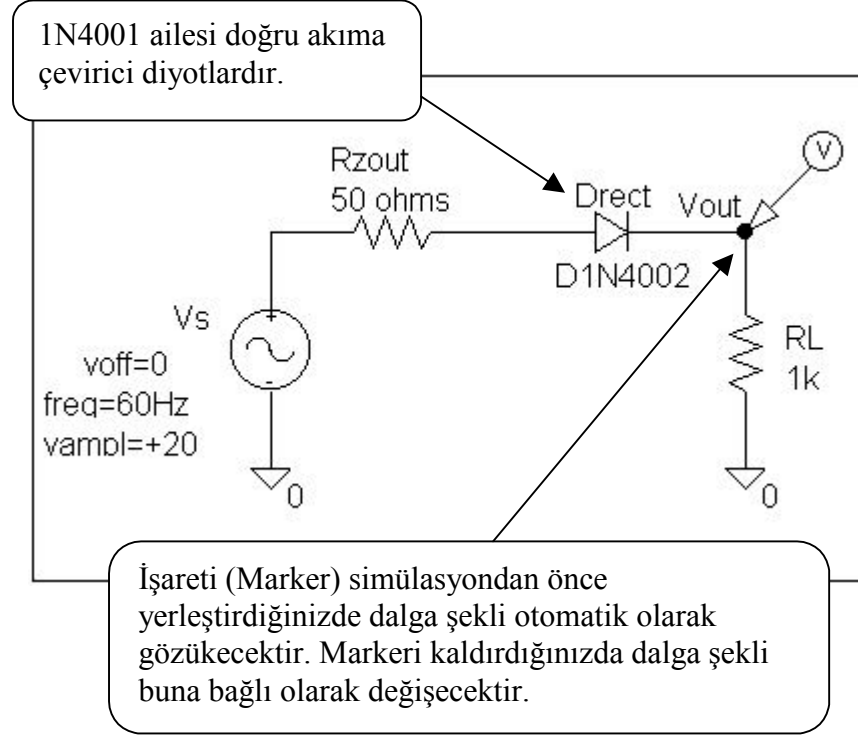


Şekil 1: Bir voltaj kaynağının çıkış direncinin (Z_{out}) gösterimi

Bu bölümde voltaj kaynağı 50Ω luk bir çıkış direncine (Z_{out}) sahiptir. Gelecek bölümlerde bu direnci kullanıp kullanmamak isteğe bağlıdır fakat Pspice simülasyonu ile laboratuvar koşullarında kurulan devre karşılaştırılırken Z_{out} kullanılmalıdır.

İşlem Basamakları:

1. Şekil 2' de görülen ilk tasarımımız olan yarım dalga doğrultmaç devresini çizin. (Öneri : Sürekli olarak çıkış voltajını (Vout) göstereceğimiz için şekilde gösterildiği gibi bir gerilim işaretçisi ekleyiniz.)

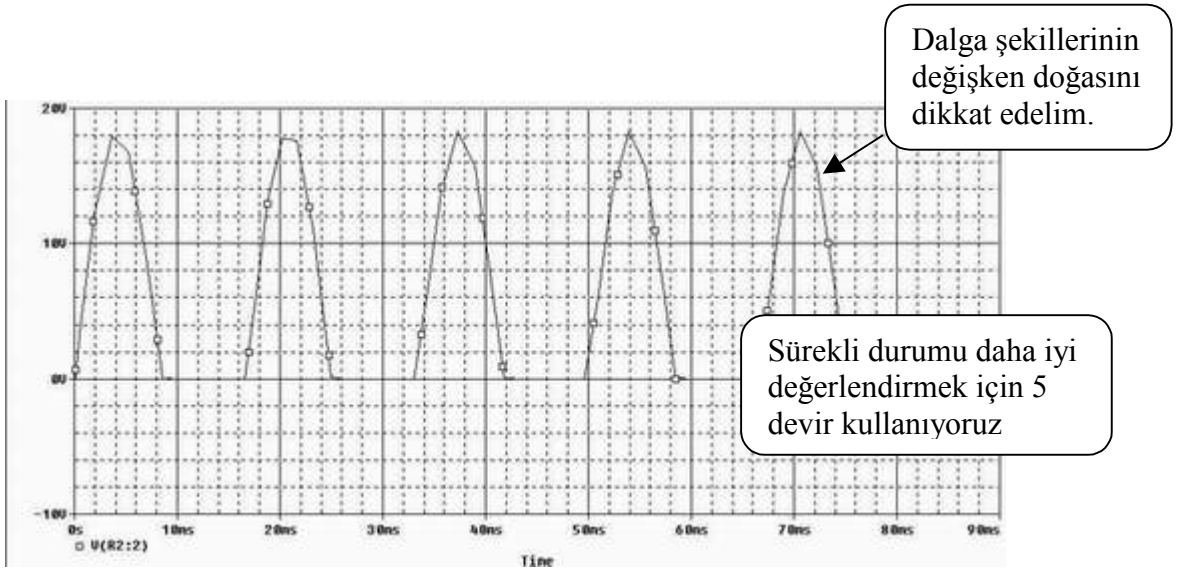


Şekil 2 : Yarım-dalga doğrultmaç

2. Pspice kullanarak, şekilde görülen dalga şeklini edinin. (Gerekirse aşağıdaki işlem özetine bakın)

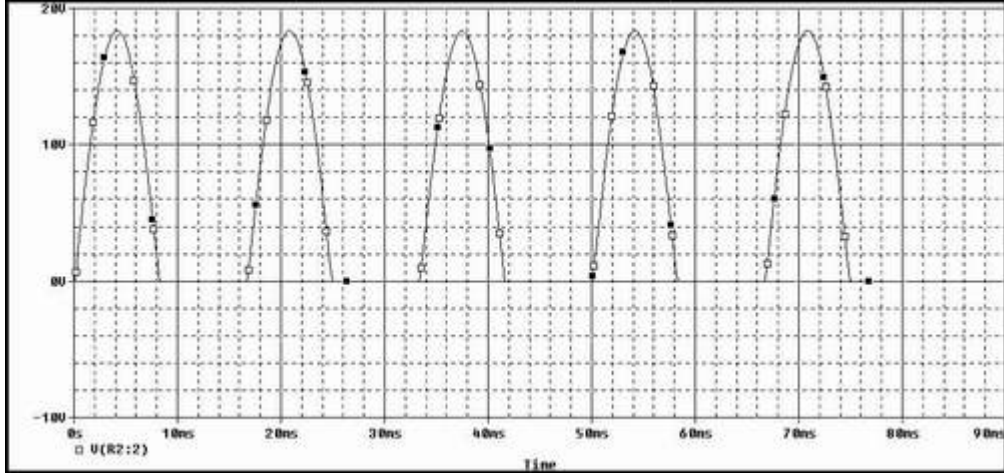
Yarım-Dalga Doğrultmaç Devresi İçin İşlem Özeti

- Ana tarama değişkeni zamandır ve 0 dan 83 ms kadar transient tarama tarafından üretilir.
- X-ekseni zamandır ve Y-ekseni çıkış gerilimidir.[V(Vout)]



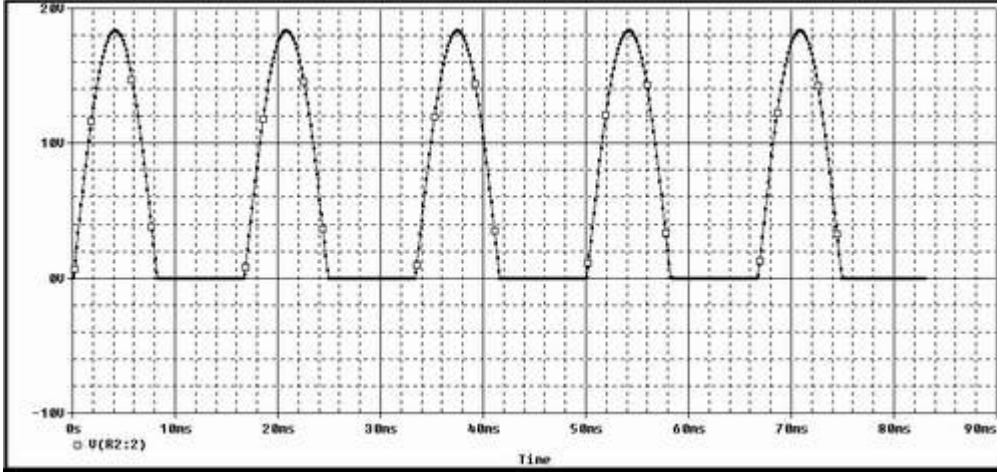
Şekil 3: Yarım-dalga doğrultucu dalga şekli

3. Dalga şekilleri hemen hemen tepe (peak) noktalarda düzgün olmaması dışında beklendiği gibidir. Bunun nedeninin hesaplanan noktalarla bağlantılı olabileceğini düşünerek aynı grafiği veri noktalarını göstererek sergileyebiliriz. (Tools, Options, Mark data points, OK)
4. Şekil 4 şüphelerimizin doğruluğunu gösteriyor. Daha fazla veri noktası üretmek için hesaplama aralığı (step ceiling) saptanmalıdır ve dalga biçiminin periyodunun %1' i kabul edilebilir uygun bir değerdir. ($1\% \times 1/60s \cong 150 \mu s$). (Simulasyon analizindeki transient analiz ayarlarında step ceiling değerini $150 \mu s$ olarak değiştiriniz).



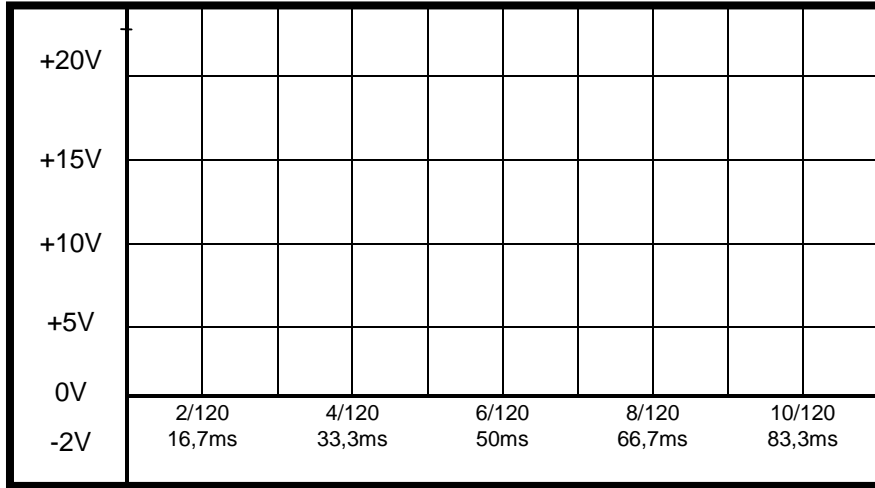
Şekil 4 : Veri noktalarının gösterimi

5. Devreyi tekrar simüle ediniz. Sonuçta Şekil 5 da gösterildiği görüldüğü üzere yüksek çözünürlüklü bir dalga biçimi elde edilir. (işaretlenmiş bilgi noktalarını kaldırmak için Tools, Options, Mark data points, OK).



Şekil 5 : Yüksek çözünürlüklü dalga biçimi.

6. Şekil 5 da ki yarım dalga doğrultmaç dalga şeklini Şekil 6 deki grafiğe çizin ve yarım 'dalga doğrultmaç olarak' adlandırın.



Şekil 6 : Güç kaynağı çıkış dalga şekli

Tepe Doğrultmaç:

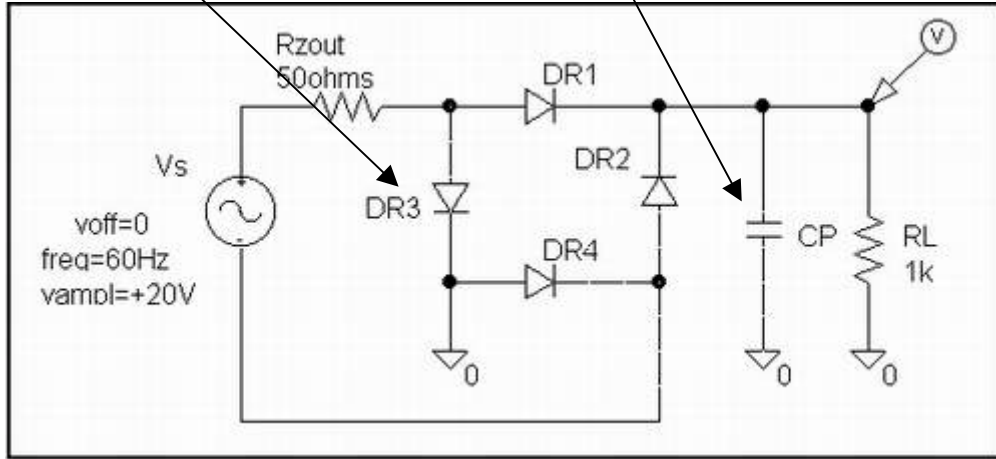
7. Şekil 6 düzgün bir DC gerilim elde etmek için daha çok yol almamız gerektiğini göstermektedir. Devreyi iki şekilde geliştirebiliriz.
- Tam dalga doğrultucu kullanarak ve böylece girişteki alternatif akımın pozitif ve negatif devirleri çıkışı güçlendirmek.
 - Çıkıştaki dalga şeklini düzeltmek amacıyla filtre kondansatör kullanmak.

Bu değişiklikleri yapın ve Şekil 7 de görülen tam dalga tepe doğrultucuyu kurun.

Devre sızdıran bir kova gibi davranacaktır: Her gerilim dalgasında kondansatör dolacak ve sonra RL üzerinden sızdıracaktır. Diyotların engellemesi nedeniyle, şarj kaynağına geri dönemeyecektir. Çıkış sinyalindeki aşağı ve yukarı dalgalanmalar salınım gerilimi olarak adlandırılacak.

Bu tip tam dalga doğrultucular köprü tipi doğrultucu olarak adlandırılır.

CP nin eklenmesi devreyi tepe doğrultucuya çevirir.



Şekil 7 : Tam dalga tepe doğrultucu

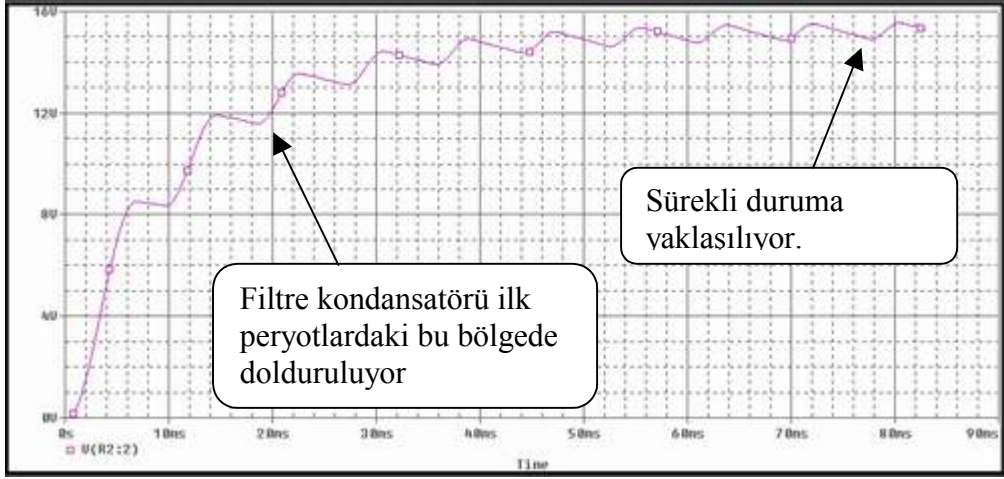
8. Tasarımı tamamlamak için CP değeri ne seçilmelidir? Bu soruya kesin bir yanıt verebilmek için ileri matematik gerekmektedir. Ancak yaklaşık kestirimler ve bazı varsayımlar yapabiliriz.
- 1 V çıkış gerilim salınımı
 - $V_{out(average)} \cong 16V$
 - Kondansatörün her defasında boşalma süresinin maksimum $1/120saniye$ olduğunu kabul edelim.

Bu varsayımları $Q = CV$ nin diferansiyel formunda kullanarak aşağıdaki eşitliği çözüp C için yaklaşık bir değer bulun:

$$I (\text{boşalma akımı}) = C\Delta V / \Delta t = V_{out} / RL$$

ΔV	gerilim salınımı	1V
Δt	max boşaltma süresi	1/120saniye
RL	yük direnci	1k Ω
V_{out}	çıkış gerilimi	+16V

9. Sekizinci adımda bulunan C değerini yaklaşık olarak alın ve bu değeri CP olarak kabul edin. Şekil 9 da ki dalga şeklini elde edin ve yeni çıkış gerilim eğrinizi şekil 6 ya ekleyin. Eğriyi isimlendirdiğinizden emin olun. (İpucu : $CP \approx 133\mu F$)



Şekil 8: Tepe doğrultucu dalga şekli

10. En sağda eğrinin karalı hale yaklaştığı yerdeki gerilim salınımını belirleyiniz.

$$V_{ripple} =$$

Daha önceki hesaplamalardan tahmin edilirse, salınım 1V dan daha az mı?

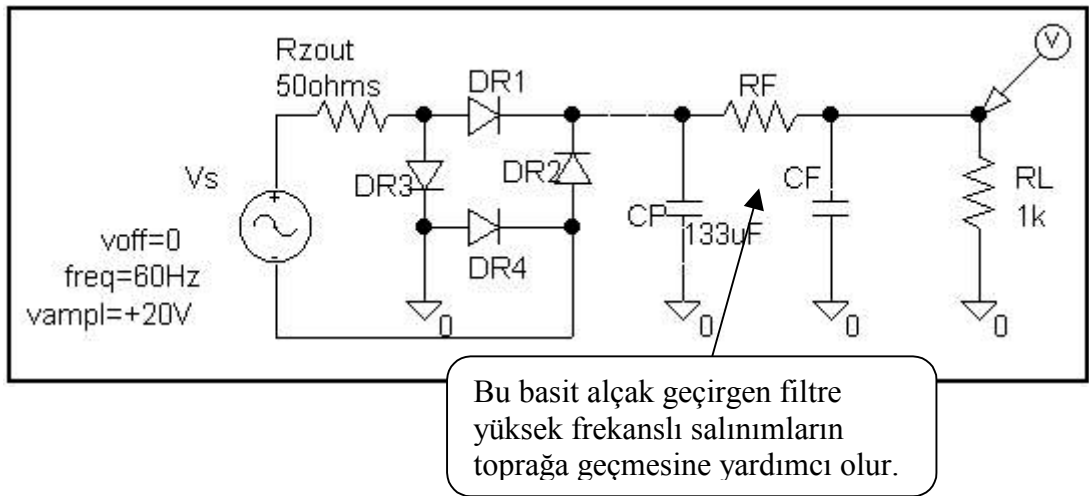
Evet

Hayır

Alçak Geçirgen Süzgeç:

11. Salınım gerilimi halen çok yüksek olduğu için tasarım henüz bizim istediğimiz seviyeye gelmedi. Hantal ve pahalı CP filtre kondansatörlerini kullanmak bizi amacımızdan saptırıyor.

Çözüm olarak devreye DC voltajı geçiren ve AC salınımları toprağa ileten alçak geçirgen filtre eklenir. Gerekli değişiklikleri yapıp Şekil 9 da ki devreyi kurun.



Şekil 9 : Alçak geçirgen filtre eklenmiş güç kaynağı

12. Sonraki adım olarak RF ve CF değerlerinin tam olarak belirlenebilmesi için gene ileri seviye matematik gerekli. Daha önce tahmini hesaplanan değerler yeterli gelmişti. Aşağıdaki tasarım aşamalarını izleyerek gerekli C değerini bulun.

- Yük (RL) ile karşılaştırıldığında RF çok büyük olmamalı çünkü çok fazla gerilimine düşümüne neden olacaktır. RF değerini keyfi olarak 200Ω olarak seçelim.
- CF 120Hz salınım frekansında RF ile karşılaştırıldığında daha küçük olmak zorundadır. Yine keyfi olarak 1/10 oranında seçersek $X_c = 20\Omega$ bulunur. Böylece $1/2\pi fC = 20\Omega$ formülünde $\pi = 3,14$ ve $f(\text{salınım frekansı})=120\text{Hz}$ ise yaklaşık olarak

C=..... bulunur.

13. On ikinci adımda hesaplanan değerleri RF ve CF ye atayın. Şekil 10 deki filtreli yeni bir V_{out} üretin ve bu dalga şeklini şekil 6 da ki tabloda fitre eklenmiş olarak etiketleyin.(İpucu : $CF \approx 66\mu F$.)

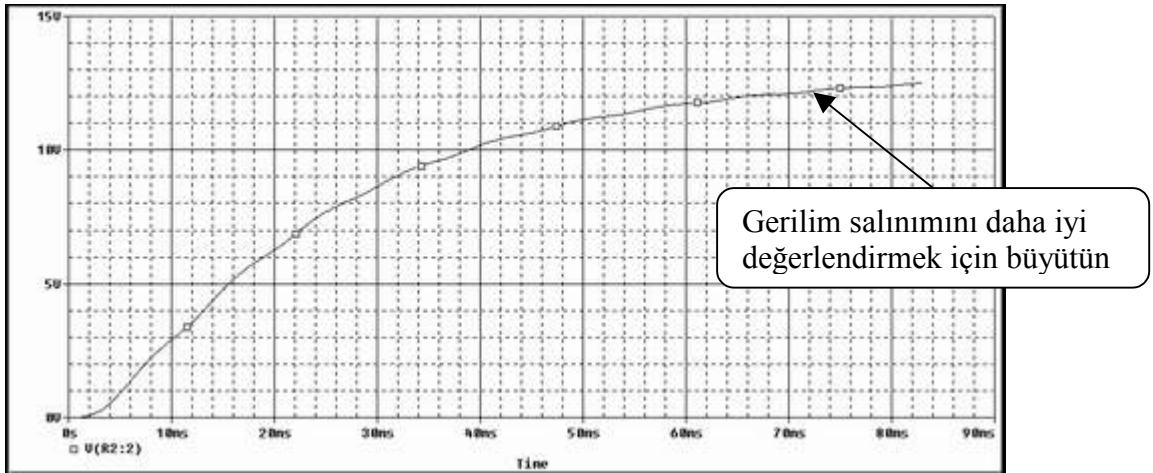
14. Eğrinin kararlı konuma geldiği yerde yaklaşık salınım gerilimini belirleyin.

$$V_{RIPPLE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Salınım %90 oranında düşürüldü mü?

Evet

Hayır



Şekil 10 : Filtre edilmiş çıkış dalga şekli

Gerilim Doğrultucu:

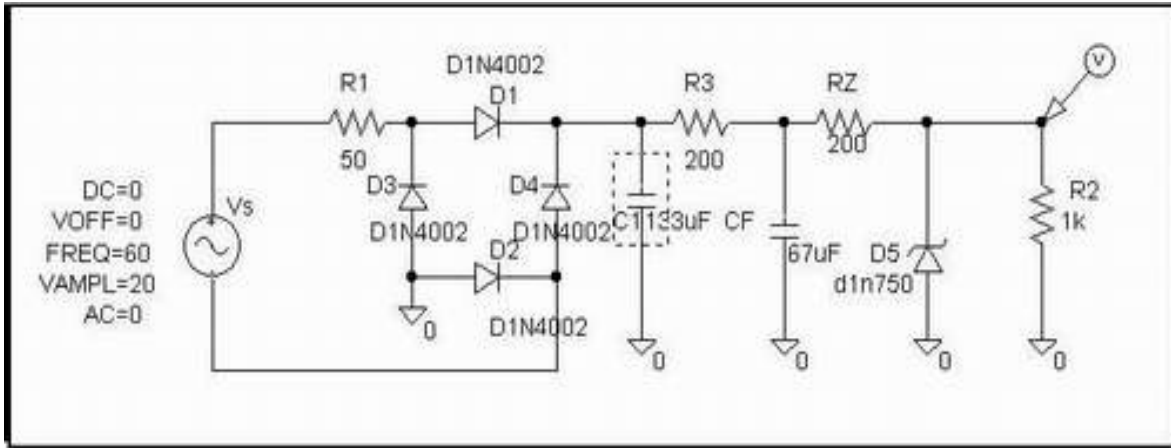
15. Salınım şimdi oldukça küçük olmasına rağmen çıkış gerilimi bizim hedefimiz olan 4.7V civarında değil. Ayrıca, V_{out} yük (RL) ile orantılı olarak değiştiğinden çıkış regüle edilmemiş durumda.

Bu problemleri çözmek için gerilim doğrultucuyu bir zener regüle devresi ekleyerek geliştirelim. Bu eklentinin sonunda çıkıştaki gerilim salınımının biraz daha azalır. Tasarımın son hali Şekil 11 de görülüyor.

16. R_Z değerini belirlemek için, ideal zener akımı olan 20mA için ohm kanunlarını kullanarak devreyi tekrar tasarlayacağız.

- R_Z üzerinden geçen akım: 4.7V zener gerilimini verecek olan yaklaşık akım değeri 20mA dir. $1k\Omega$ yük 5mA ekler ve R_Z üzerinden geçen akım 25mA olur.
- R_Z üzerindeki gerilim: Devreye uygulanan 20V dan, R_{ZOUT} /diyot düşümünden kaynaklanan 5V, 200Ω filtre direnci üzerinden akan 25 mA akım değerinden kaynaklanan 5V'u ve 4.7V zener uçlarındaki gerilim değerlerini çıkaracağız. Bu durumda R_Z uçlarında yaklaşık 5V kalacaktır. Böylece :

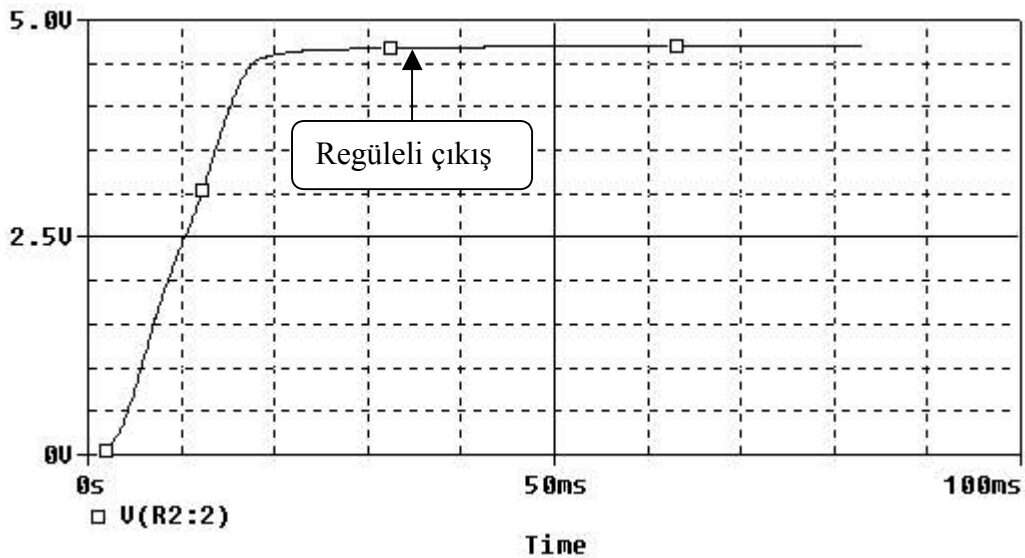
$$R_Z \cong 5V / 25mA \cong \underline{\hspace{2cm}}$$



Şekil 11 : Gerilim regülasyonu eklendi

17. R_Z değerini 16. adıma göre ayarlayın.
18. Son çıkış gerilim dalga biçimini şekil 12 de görüldüğü gibi elde edin ve bunu şekil 6 ya ekleyin. Bu son dalga şeklini regülasyon eklenmiş olarak adlandırarak dalga şeklinin sürekli bölgedeki değerlerinden aşağıdaki ifadeleri belirleyin.

$$V_{out} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{ripple} = \underline{\hspace{2cm}}$$



Şekil 12 : Regüleli çıkış

Ani Akım:

19. Şekil 13 de yeni bir Y-ekseni açın ve doğrultma işlevi gören diyotlardan DR1 veya DR2 geçen akım dalga şeklini ekleyin. İlk döngü boyunca en yüksek akımı göreceksiniz.

Bu max. ani akımı (I_{ani}) aşağıya kaydedin ve yandaki değer ile karşılaştırın.

$$I_{ani} = \underline{\hspace{2cm}} \quad I_{ani(spec)} = 50mA$$

Yukarıdaki ani akım değeri izin verilen maximum 50mA değeri midir.(özellikle ilk peryotta)

EVET **HAYIR**

20. Ani akım değerini düşürmek için,küçük bir ani değer direnci eklenir RS (köprü doğrultma devresi ile CP arasına) Aşağıdaki en kötü durum eşitliğini kullanarak RS değerini hesaplayın:

$$VS(peak) / I_{ani(spec)} = 20V / 50mA = \underline{\hspace{2cm}}$$

Max ani akım değerini tekrar ölçün. Bu değer 50mA den küçük mü? (Not: Sabit durumlu çıkışı elde etmek 150ms sürer)

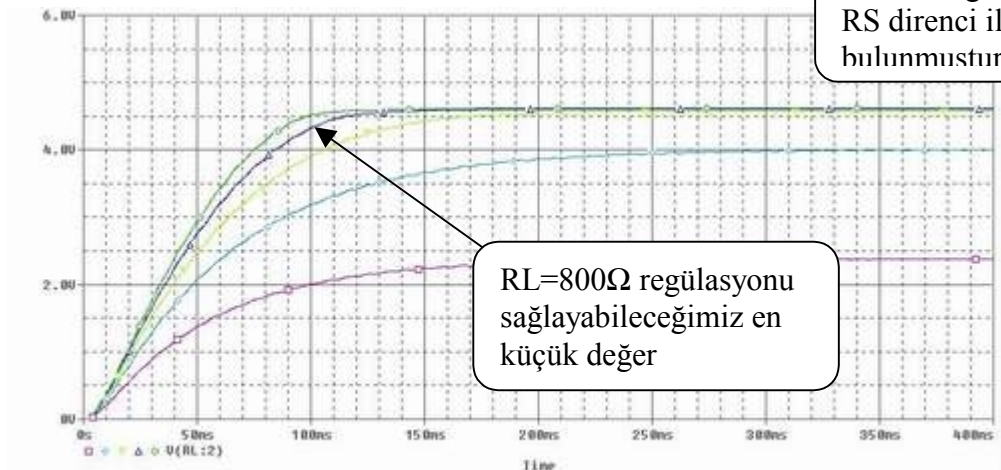
EVET **HAYIR**

Regülasyon Testi:

21. Son tasarımıımızın genel regülasyon karakteristiğini test etmek için, şekil 14 de görülen bir grup sinyal üretin. Aşağıdaki işlem basamaklarını takip edin.

Regülasyon testi için işlem basamakları

- RS direncini kullanıyorsanız transient tarama süresini 0 - 400ms yapın.(normalde 0 -83 ms). Nested sweep değişkeni parametrik sweep tarafından üretilen 200Ω - 1k arasında 200Ω artışlarla değişen RL' dir.
- X eksenı zamanı,Y eksenı ise V_{out} 'u göstermektedir.



Şekil 13: RL değerinin regüleli çıkışa etkisi

NOT:

Yukarıdaki dalga şeklini elde etmek için *setup* dan *parametric* kutusu seçin. Daha sonra *Global Parameters* tıklayın. Name kısmına RVAL yazın ve *sweep type* kısmını işaretleyin. Start value : 200 End value : 1k ve increment : 200 olarak belirleyin ve bu menüyü kapatın. RL değerini silip o değer yerine {RVAL} yazın. Sonra eleman listesinden *PARAM*' ı seçin. Bu parametreyi dizaynın yanında bir yere yerleştirin. Name1 kısmına RVAL, Value1 kısmına 1k yazıp menüyü kapatın. F11 e basarak devreyi simule edin.

22. Sonuçlarınıza göre:

- Yaklaşık hangi RL değerinde sistem regülasyon dışına çıkar.

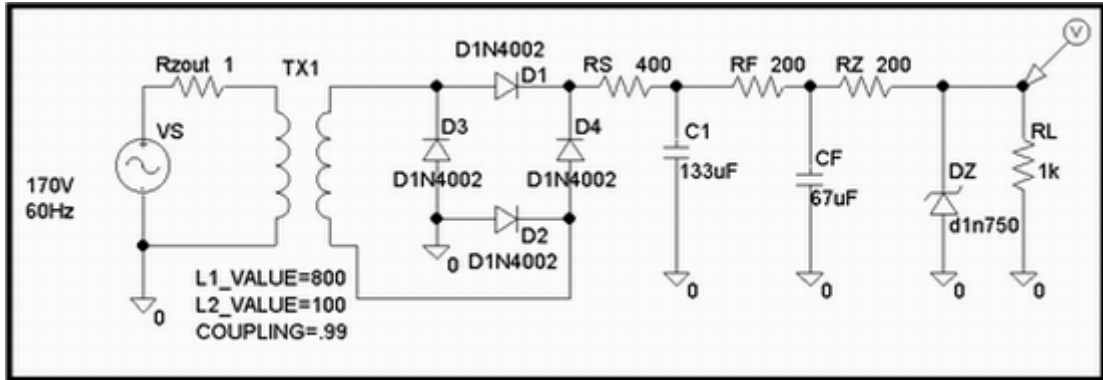
Regülasyon için minimum RL = _____

- RL 1k ya yaklaştığında regülasyon ne kadar iyi. (Öneri: Regüle edilmiş çıkış şeklini büyütün (zoom in) ve RL 800Ω dan 1k ya giderken ΔV_{out} ölçün.

$\Delta V_{out} / \Delta RL =$ _____

İleri Etkinlikler:

23. Devreye Şekil 14 de gösterildiği gibi bir transformatör ekleyin (kütüphaneden *analog.slb*). Çıkış voltajına ek olarak, primer ve sekonder gerilimlerini ölçün ve dönüştürme oranını hesaplayın.



Şekil 14: Transformatör Eklenmesi

24. Şekil 14 deki devre için aşağıdaki durumlara göre tahminler yaparak yaklaşık devre şeklini çizin. Devrede değişiklikleri yapıp Pspice da üretilen sonuçlarla karşılaştırın.

- (a) Diyot DR1 açık
- (b) CP açık
- (c) RZ kısa devre

Uygulama:

Devrede değişik elemanlar üzerinde sıcaklık analizi yapın (RS ve diyotlar).Sonuçları yorumlayın. (İp ucu: $V \times I$ veya $I^2 R$ grafiği)

Soru ve Cevaplar:

1. Tepe doğrultmaç yapmak için güç kaynağı ve yük dışında hangi iki elemana ihtiyaç vardır?
2. Boőlukları direnç ve kondansatör ile doldurun.

RC alçak geçiren filtrede DC öğe _____ uçlarında gözükür ve AC öğe (salınım) _____ uçlarında gözükür.

3. Şekil 10 düşünülürse, aşağıdaki işlemlerden hangisi salınımı azaltır?

- (a) CP yi yükseltmek
- (b) CP yi azaltmak
- (c) CF yi yükseltmek
- (d) CF yi azaltmak

4. Gerilimi regüle etmesi ile beraber zener gerilim regüle devresi aynı zamanda neden salınımı da azaltıyor. (İp ucu : Zener RZ birleşimi nasıl gerilim bölücü devre olarak çalışır.)

5. Neden bir LC fitre devresi RC filtre devresinden daha hızlı ve verimli çalışır?

6. Niçin ani akım değeri ilk devir boyunca en büyük değerdedir?