

DENEY 6

BİPOLAR KUVVETLENDİRİCİ KÜÇÜK İŞARET

AMAÇLAR:

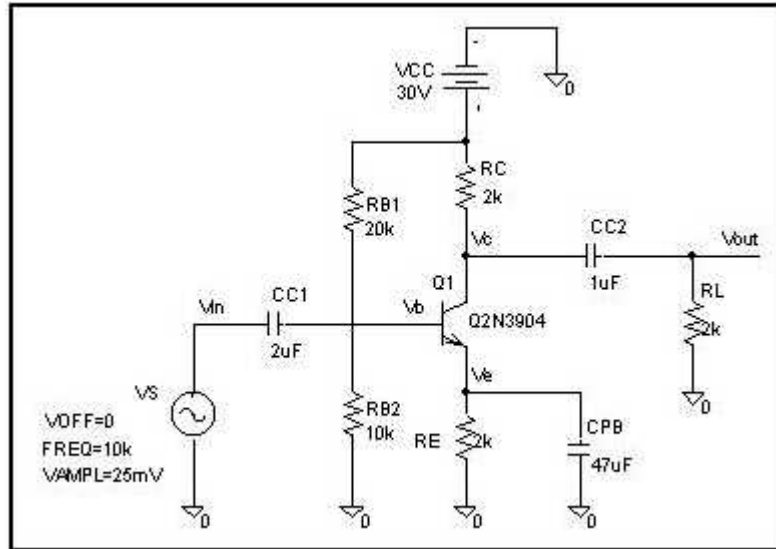
- Ortak emetörlü kuvvetlendiricinin küçük işaret analizini gerçekleştirmek
- Doğrusallık ve kazanç arasındaki ilişkiyi göstermek

ÖN BİLGİ:

Şekil 1 de görülen küçük işaret kuvvetlendirici devresinde kararlılığın sağlanması için gerilim bölücü kutuplama kullanılır. Emetör ucu AC topraklandığı için ortak emetör olarak adlandırılır.

Devrenin çalışmasını tam anlamak için, süper pozisyon teoremi uygulayarak devrenin çalışmasını ikiye ayırıyoruz: Şekil 2a DC eşdeğer devresi, şekil 2b AC eşdeğer devresi. Devrenin herhangi bir noktasındaki toplam gerilim ya da akım AC ve DC değerlerin aritmetik toplamından oluşur. (DC değişkenler genellikle büyük harflerle, AC değişkenler ise küçük harflerle ifade edilir.)

- **DC eşdeğer devresi** DC eşdeğer devrenin amacı transistörü Q noktasında kutuplamaktır. DC eşdeğer devresini elde etmek için bütün kondansatörler açık devre edilir, AC kaynaklar devreden çıkarılır, kolektör akım kaynağı olarak gösterilir ve baz-emetör (BE) bağlantısı ise bir diyot olarak gösterilir. DC değerleri aşağıdaki eşitlikleri kullanarak hesaplarız.



Şekil 1: Ortak emetör küçük işaret kuvvetlendirici

DC $\beta = 175$ (varsayıldı)

$$I_{EQ} \cong I_{CQ} = (V_{TH} - 0.7V) / (R_E + (R_{B1} // R_{B2}) / \beta)$$

$$(10V - 0.7V) / (2k\Omega + (10k\Omega // 20k\Omega / 175)) = 4.65mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 30V - 4.65mA(2k\Omega + 2k\Omega) = 11.4V$$

- **AC eşdeğer devresi** AC eşdeğer devrenin amacı giriş işaretini kuvvetlendirmektir. Devreyi elde etmek için (Şekil 2b) bütün kondansatörler ve DC kaynaklar kısa devre edilir, kolektör akım kaynağına dönüştürülür ve BE jonksiyonu bağlantısı direnc olarak gösterilir. Yaklaşık AC değerler aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunur:

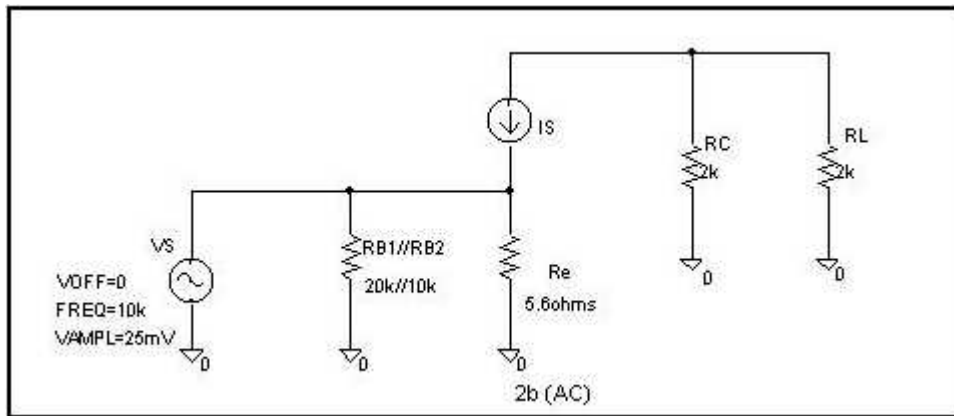
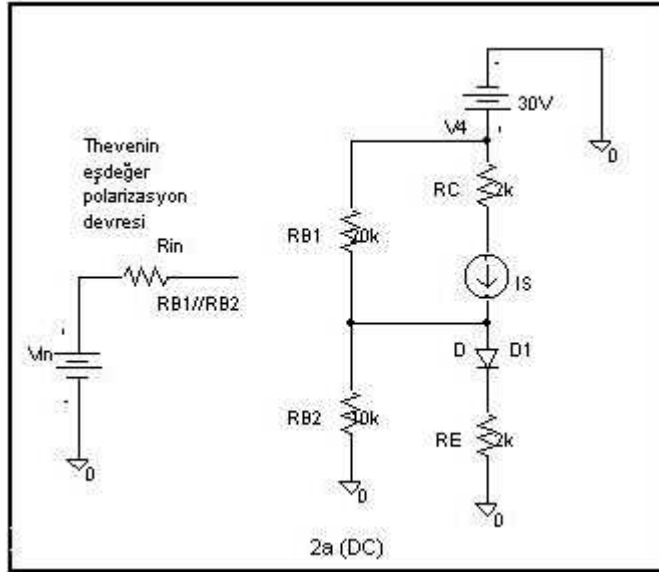
AC $\beta = 175$ (olarak kabul edildi)

$$BE \text{ jonksiyon ac direnci } (r_e') \approx 25mV / I_{EQ} = 25mV / 4.6mA = 5.4\Omega$$

$$A(\text{gerilim kazancı}) = R_C // R_L / r_e' = (2k // 2k) / 5.4\Omega = 1k / 5.4\Omega = 185$$

$$Z_{IN} (\text{giriş direnci}) = R_{B1} // R_{B2} // (\beta \times r_e') = 10K // 20K // (175 \times 5.4\Omega) = 900\Omega$$

$$Z_{OUT} (\text{çıkış direnci}) = r_c // Z_{AKIMKAYNAĞI} = 2k // 10 // = 1.67k \text{ (} Z_{AKIMKAYNAĞI} \text{ 10k olarak kabul edildi.)}$$

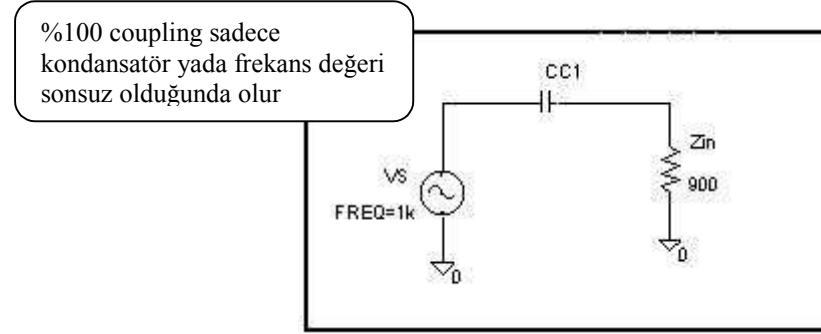


Şekil 2 : DC ve AC eşdeğer devreler

AKTARMA (COUPLING) VE KISADEVRE (BYPASS) KONDANSATÖRLERİ

Coupling kondansatörleri (CC1 ve CC2) DC polarizasyonunu etkilemeksizin devrenin AC bağlantısını gerçekleştirir. Bypass kondansatörü (CBP) AC işareti toprağa bağlayarak devrenin kazancını yükseltir. (RE direncini bypass ederek) görevlerini düzgün bir şekilde yerine getirmeleri için, CC1, CC2 ve CBP değerleri kısa devre olacak gibi seçilmeli ancak çok fazla büyük değerli olmamalı çünkü hem pahalı hem de hantaldırlar.

Örnek olarak, CC1 değerinin nasıl bulunduğuna bakalım. İlk adım olarak kuvvetlendirici devresini thevenin eşdeğer devresini çıkartalım (Şekil 3). En düşük kazanç frekansını keyfi bir değer olarak $1kHz$ seçelim.



Şekil 3 : CC1 izole etmek için eşdeğer devre

Kapasitif reaktans (X_{CC1}) asla sıfır olamayacağı için (f ve C nin sonsuz olma durumu hariç), X_{CC1} için makul bir değer seçmek zorundayız. 900Ω luk Z_{in} ile keyfi olarak 90 değerini seçelim (Z_{in} değerinin $1/10$ 'u). Eşitlik :

$$X_{CC1} = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1k \times CC1} = 90\Omega$$

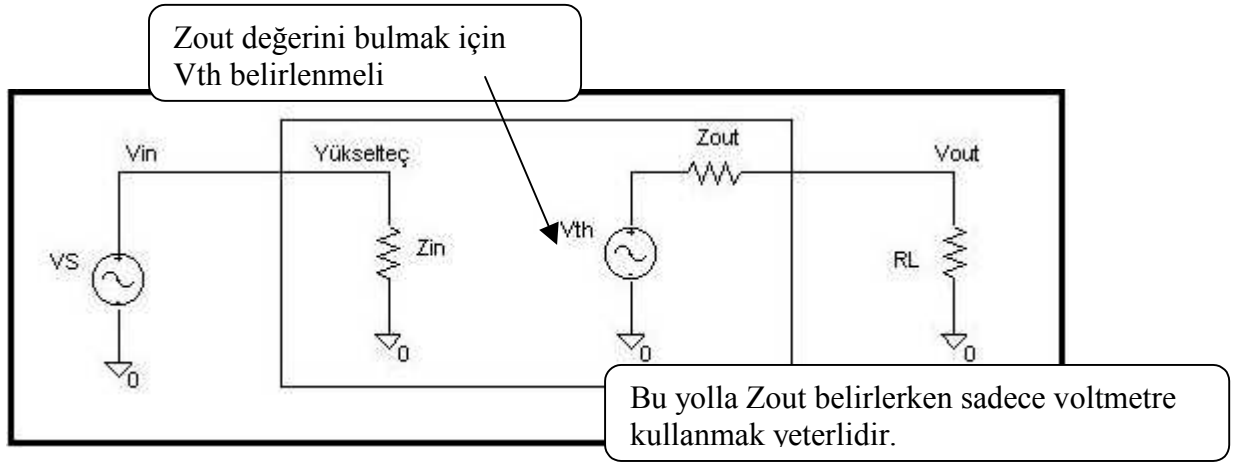
olur. Eşitliği çözersek CC1 yaklaşık olarak $2\mu F$ bulunur. Diğer kondansatör değerleri de aynı yolla bulunur.

Zin ve Zout Değerlerinin Ölçüm Yoluyla Bulunması

Şekil 4 de thevenin eşdeğer devreye dayanarak deneysel olarak Z_{in} değerini V_{in} / I_{in} bölümünden elde edebiliriz. Çıkış gerilimi V_{out} değerini yük varken ve yük yokken ölçerek Z_{out} hakkında bilgi sahibi olabiliriz. Yüksüz (RL sonsuz), $V_{out}=V_{th}$; yük varken V_{out} , V_{th} dan küçük olacaktır. Sonra Kirchhoff'un kanunlarını kullanarak Z_{out} değerini hesaplayabiliriz.

Zaman Bölgesi Ve Frekans Bölgesi

Bu bölümde, kuvvetlendirici karakteristiğini belirlemek için zaman bölgesi (transient-geçiş) analizini kullanacağız (osiloskop kullanılarak yapılabilecek). Bir sonraki bölümde frekans – modunda (spektrum analizör kullanılabilir) analiz yapacağız. Komple analiz için her ikisi de kullanılabilir.



Şekil 4 : Zin ve Zout gösteren thevenin eşdeğeri çıkarılmış devre

İŞLEM BASAMAKLARI:

1. Şekil 1 deki devreyi çizin ve bağlantılarını gösterildiği gibi yapın.

DC analiz

2. PSpice kullanarak DC polarizasyon noktası analizi yapın ve aşağıda verilenleri kaydedin. ($V_{CEQ} = V_{CQ} - V_{EQ}$ olduğunu hatırlayın)

$$I_{EQ} \cong I_{CQ} = \underline{\hspace{2cm}} \quad V_{CEQ} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. Adım 2 deki değerler ile ön bilgide anlatılan teorik bilgileri karşılaştırın. Yaklaşık olarak değerler aynı mı?

Evet

Hayır

AC analiz

4. PSpice kullanarak, transient analizi gerçekleştirin ve aşağıdakileri belirleyin. (lineer olmayan gürültülerden kurtulmak için bütün gerilim ve akım değerlerinde *tepeden tepeye* değerleri kullanın)

$$A(V_{out} / V_{in}) : \underline{\hspace{2cm}}$$

$$AC \text{ Beta } i_C / i_B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_{IN} = v_{IN} / i_{IN} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_{out} = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. Deneyde elde ettiğiniz sonuçları teorideki tahminler ile karşılaştırın. Genel olarak aynılar mı (%20 ölçülerinde). Belirgin farklılıkları belirtin.
6. Ön bilgide, Coupling kondansatörünü CC1 1kHz de 25mV giriş işaretinin %10 undan daha azına düşürmesi için dizayn ettik. Pspice'ı kullanarak tasarım hesaplarını doğrulayın.(İpucu: Frekansı 1kHz'e düşürdüğünüzden ve CC1 in doğru levhasındaki frekansının ac komponentini kaydettiğinizden emin olun.

CC1 giriş işaretinin %10 undan daha azını mı düşürüyor?

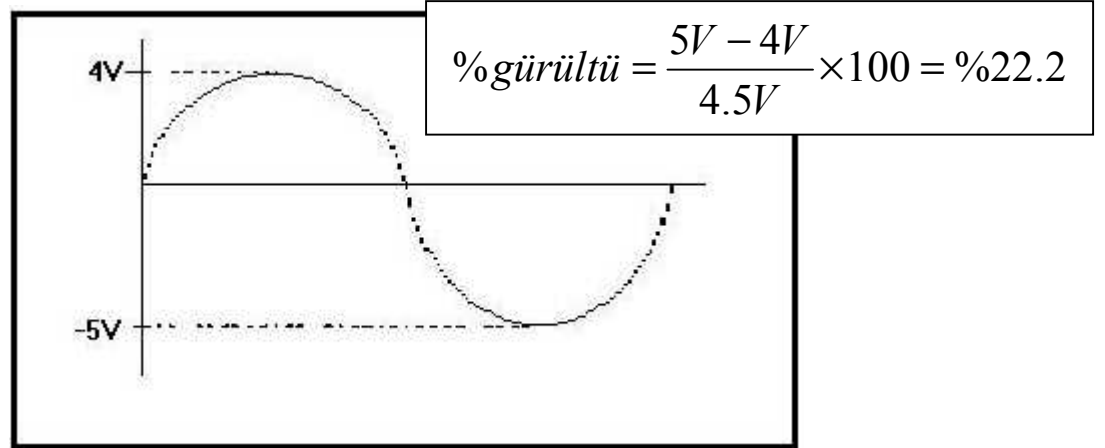
Evet

Hayır

Doğrusallık:

7. Yükseltecin çıkış işaretine bakın. Gürültü var mı? (lineer değil mi?). Gürültü ölçüsünün nicel değerini vermek için aşağıdaki eşitliği kullanın.

$$\%gürültü = \frac{V_{tepe}(fark)}{V_{tepe}(ortalama)} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$



Şekil 5 : Yüzde gürültü hesabına örnek

8. Gürültüyü azaltmak için (güç harcanmasında), $R_s = 100\Omega$ boğucu direnç kullanıldı (Şekil 6). (not: düşen kazancı telafi etmek için V_s gerilimini 250mV'a çıkarttık).
9. Şekil 6 da ki devre için aşağıdakileri teorik olarak hesaplayın.

(a) $A = (R_C // R_L) / (R_S + r_{e'}) = \underline{\hspace{2cm}}$

(b) $Z_{IN} = R_{B1} / R_{B2} // \beta(R_S + r_{e'}) = \underline{\hspace{2cm}}$

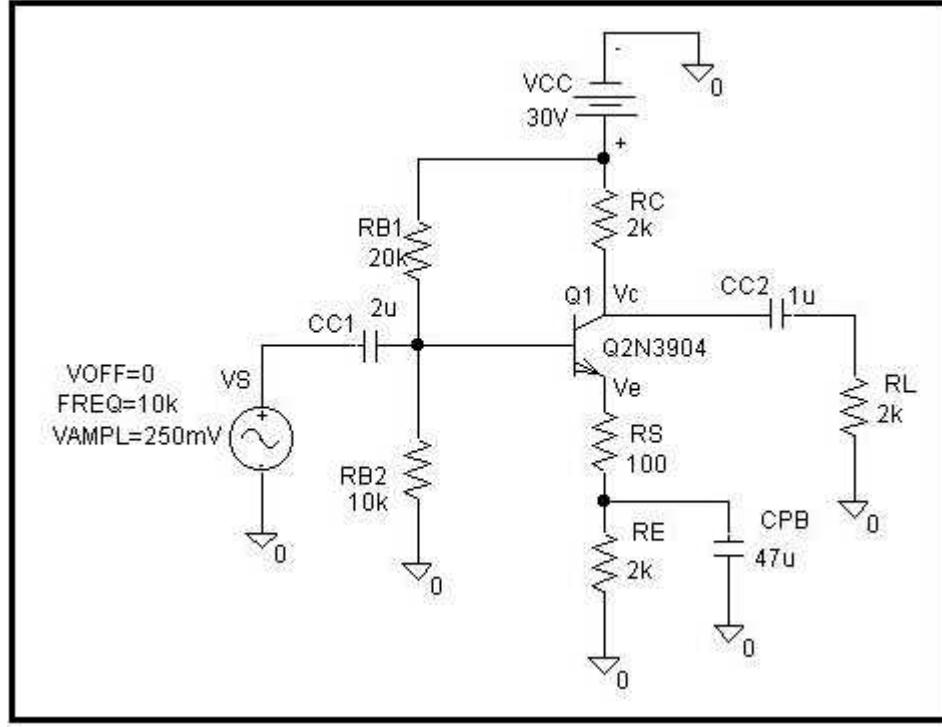
(c) $Z_{OUT} = R_C // Z_{KOLEKTÖR} = \underline{\hspace{2cm}}$

10. Pspice'ı kullanarak deneysel olarak aşağıdakileri hesaplayın.

(a) $A = \underline{\hspace{2cm}}$

(b) $Z_{IN} = \underline{\hspace{2cm}}$

(c) $Z_{OUT} =$ _____



Şekil 6: RS eklenmiş kuvvetlendirici

11. Genel olarak teori ile deneyden elde edilen sonuçlar aynı mı?(adım 9 ve 10'u karşılaştırın)

Evet

Hayır

12. Bir çıkış dalga şekli oluşturun ve gürültü miktarının derecesini belirleyin.

$$\%gürültü = \frac{V_{tepe(fark)}}{V_{tepe(ortalama)}} \times 100 = \underline{\hspace{2cm}}$$

13. Üretilen boğumdan aşağıdaki ifadeler ne ölçüde değişir.

(a) Gürültüdeki azalma (%)= _____

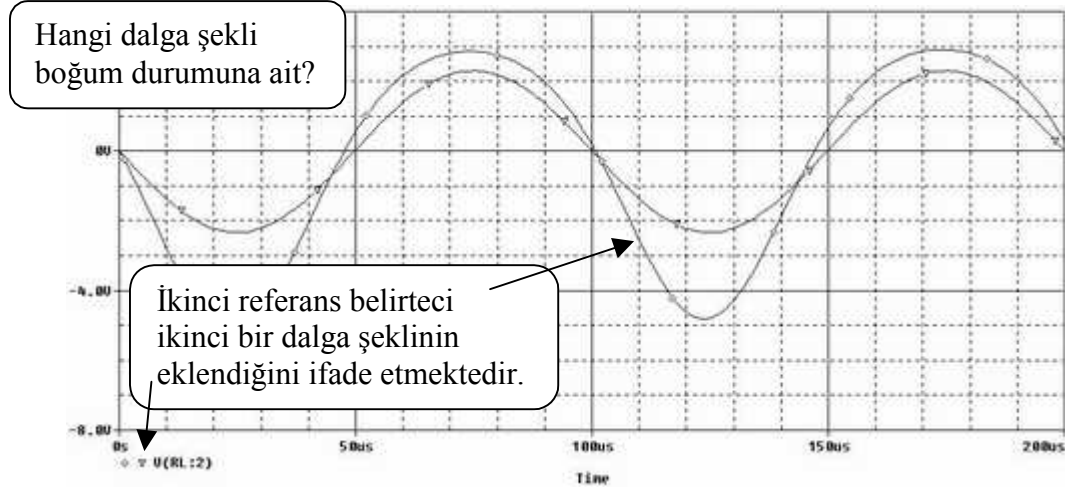
(b) Kazançtaki azalma (%)= _____

Bir pencerede birden fazla bilgi dosyaları

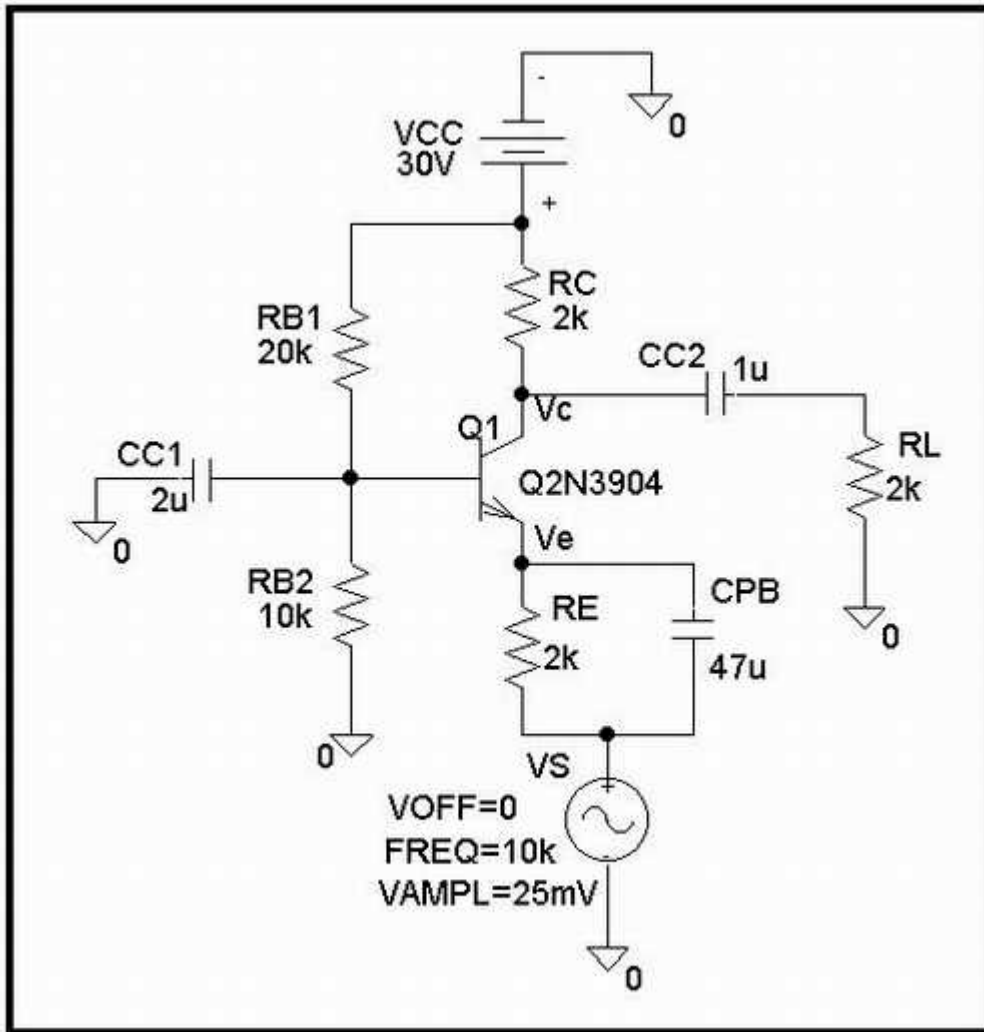
Son bölümde öğrenildiği gibi iki ayrı devredeki dalga şekillerini karşılaştırmanın en kestirme yolu ikisini aynı pencerede göstermektir.

14. Vout gerilimini boğum durumu için gösterin.

15. Vout gerilimini boğucu devrenin olmadığı duruma ilave etmek için: **File** (probe dan), **Append** (Append diyalogunu göstermek için), boğucunun olmadığı devrede isim üzerinde mouse sol klikleyin, **OK, Do Not Skip Sections**, ve Şekil 7 deki birleşik dalga şekli gözükecektir.



Şekil 7 : Birleştirilmiş dalga şekilleri



Şekil 8 : Ortak baz bağlantısı

İlk geçiş analizi

16. boğucu devrenin kullanıldığı durumda, plot V_c (kolektör gerilimi) ve $t=0$ anında genliğini inceleyin. Genilik çıkış dosyasındaki (output file) *INITIAL TRANSIENT SOLUTION* ile aynı değerde mi?

Evet

Hayır

İleri Aktiviteler

17. V_s yi baz dan emetöre taşıyarak Şekil 8 deki ortak baz (baz AC şase) devresini kurun. Kazanç ve giriş direnci ölçün (A, Z_{in}). Z_{in} düşerken kazanç (A) neden aynı kalıyor ? (Ortak baz devresi giriş kapasitans değeri düşük olduğu için genellikle yüksek frekansta kullanılır).
18. Şekil 6 da ki devreyi PNP transistor kullanarak tekrar dizayn edin. Devrenin temel karakteristiği (A, Z_{in}, Z_{out} , doğrusallık) NPN transistor devresiyle aynı mı?
19. Bu deneydeki her kuvvetlendirici için (boğucu ve boğucu olmayan), deneysel yolla ortalama $r_{e'}$ değerini kazanç ve kazanç eşitliğinden belirleyin. Elde ettiğiniz sonuçları teoridekilerle karşılaştırın. ($r_{e'} = 25mV / I_{EQ}$).

ALİŞTIRMA

Genel kazancı 100 olan kararlılığı ve doğrusallığı iyi olan iki katlı ortak emetör kuvvetlendirici tasarlayınız.

SORULAR VE PROBLEMLER

1. Bozulmasız (doğrusal) bir çıkış verebilmesi için tranzistorun bir akım kaynağı olması neden önemlidir.
2. Şekil 6 daki bulunan ve aşağıda verilen bileşenlerin işlev ya da amaçları nelerdir yazınız.
 - (a) C_{C1} ve C_{C2} kapasitörleri
 - (b) C_{BP} kapasitörü
 - (c) R_E direnci
 - (d) R_S direnci
3. Şekil 6 daki devre kararlı ama neden doğrusal değildir.

4. Şekil 1 deki kuvvetlendiriciyi göz önüne alarak çıkış ile giriş arasındaki faz ilişkisini açıklayınız.
5. Şekil 1 deki devrede alt frekans 1 kHz den 100 Hz e düşürülmek istendiğinde aktarma ve kısadevre kapasitörlerinin değerlerini artırmamız mı yoksa düşürmemiz mi gerekir?
6. Şekil 6 daki devrenin güç kazancı nedir? (İpucu güç kazancı = $A \times \beta$)
7. Şekil 6 daki devrede bypass (C_{BP}) kapasitörü uzaklaştırılırsa gerilim kazancı ne olur?
8. Kapasitif etkiler gözardı edilirse ortak emetör ve ortak baz kuvvetlendiriciler arasındaki fark ne olur? (İpucu: iki devre arasında Z_{IN} karşılaştırması yapınız)

