

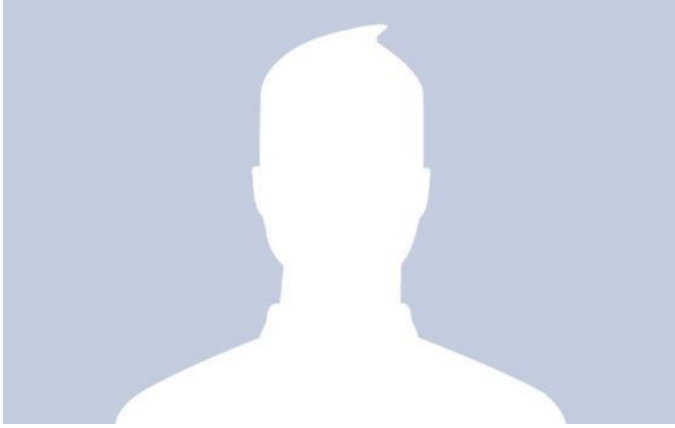


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Elektrik – Elektronik Mühendisliği Bölümü

ELE311 – Analog Elektronik Devreler

Proje Raporu - 2

	
Adı Soyadı	Batu Kaan Özen
Numara	141201079
Tarih	27/03/2020
İmza	

1.Giriş Bölümü.....	Sayfa
1.1 Projenin amacı.....	Sayfa
1.2 Projenin Faydaları.....	Sayfa
2. PCB Tasarım Süreci.....	Sayfa
3. Yapılan Değişiklikler.....	Sayfa
4. Ölçüm Sonuçları.....	Sayfa
5. Sonuçlar.....	Sayfa
6. Bom Listesi.....	Sayfa
7.Kaynakça.....	Sayfa

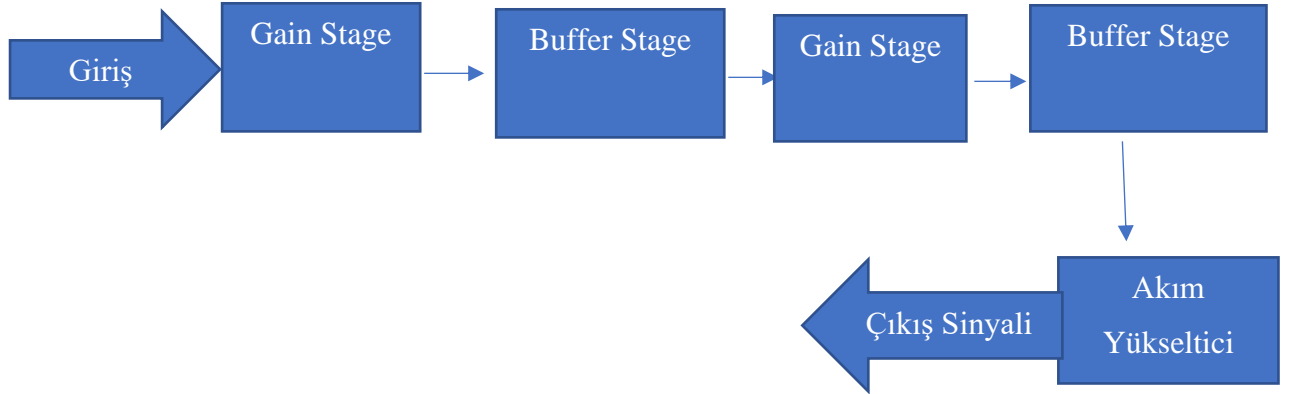
1.Giriş Bölümü:

1.1 Projenin Amacı:

1.2 Projenin Faydaları:

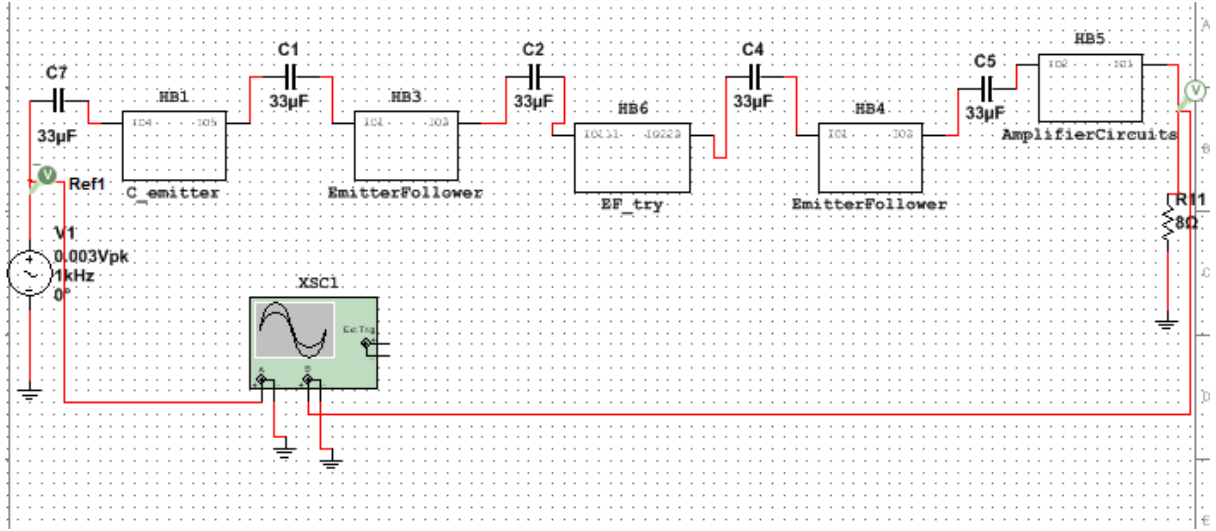
2.PCB Tasarım süreci:

3. Yapılan Değişiklikler: Bu projede ilk olan dizaynımla şuan ki dizayn arasında çok ciddi değişimler yaptım. İlk dizaynımdaki devre 3 katmanlı olup Kazanç katmanı Emitter follower katmanı ve Yükseltici katmanı olarak gitmekteydi fakat bu devre ile 500 kazançlı +5 puanlık bonusu yapmak çok zordu bu sebepten dolayı aşağıdaki gibi bir devre çizimi yaptım.



Grafik 3.1 de bu devremizi genel olarak görebilirsiniz.

Bu yapmış olduğumuz dizaynımızın en önemli özeliği olarak 1. Gain Stage nin ikinci 2.Gain Stage ine olan etkisi ve 2. Gain stagenin akım yükseltici aynaya etkisi emittör followerlar sayesinde yok edilmiştir bu sayede hesaplama yaparken Rin Rout değerlerinin hesaplamalarını kullanmamıza gerek kalmadı.

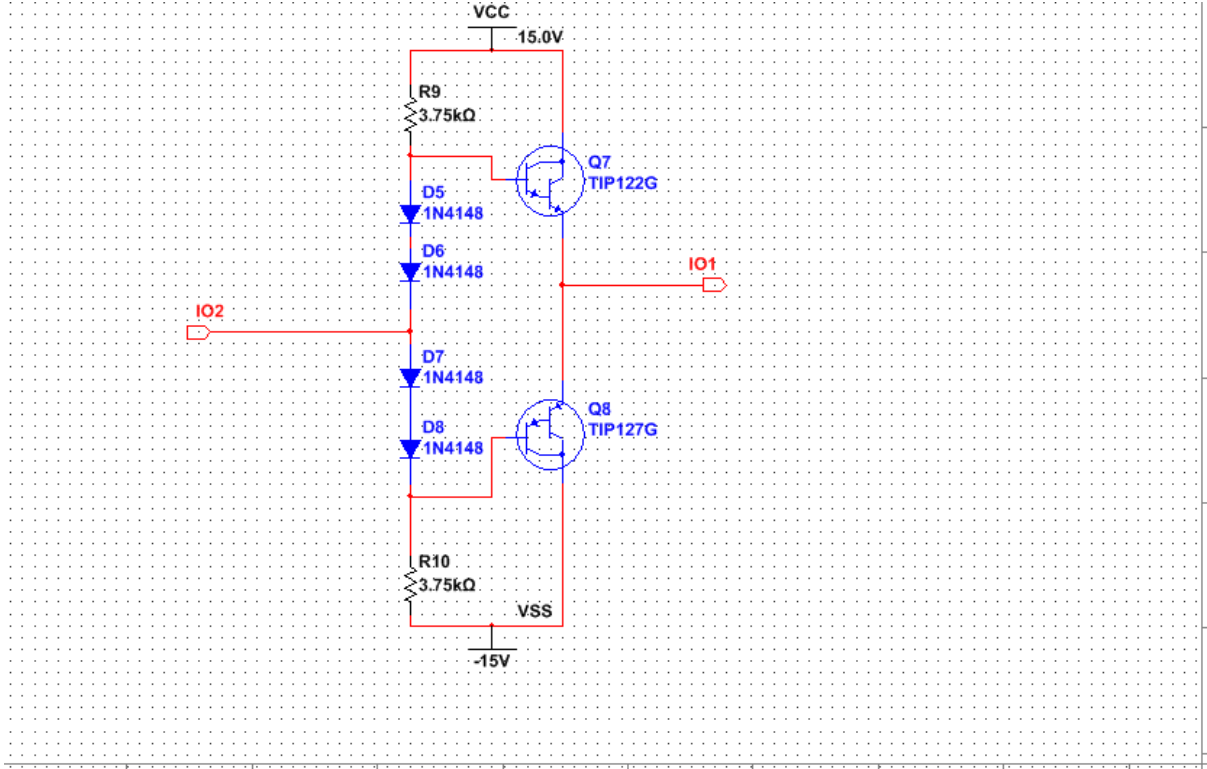


--Grafik 3.1 Bütün devre--

Grafik 3.1 deki EF_try isimli devrede Common Emitter devresidir.

3.1 Amplifier Circuits:

İlk rapor teslimindeki devremin amplifier kısmında 2W RMS değerine göre dizayn edilmişti bundan dolayı Emitter follower devremin değer. Amplifier devrem Grafik 3.2 deki gibidir.



Grafik 3.2- Amplifier Circuits

Şimdi ise Gain Stage mizin hesaplamalarına gelelim. İlk olarak 5 RMS değerinden VIO1 bulunur. Denklem 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 ve 3.2.4 de VIO1 voltajının nasıl bulunduğunu görebilirsiniz

$$5\sqrt{2} = \frac{1}{2} * \frac{V^2}{8ohm} \quad (3.1.1)$$

$$V^2 = 2 * 8 * 5\sqrt{2} \quad (3.1.2)$$

$$V = \sqrt{2 * 8 * 5\sqrt{2}} \quad (3.1.3)$$

$$V = 10.6V \quad (3.1.4)$$

Daha sonra 8 ohm luk Rout yükümüzün üzerindeki akımı hesaplıyoruz, bu akım IO1 akımı ile aynıdır.

Load a gelen akım denklem 3.2.5 deki gibi bulunur.

$$I_L = \frac{10.6}{8} = 1.32 \text{ A} \quad (3.1.5)$$

Ve biliyoruz ki Load'a giden akım Q7 transistörünün Emittör akımına eşittir bundan dolayı Q7 nin baz akımı 3.2.6 daki denklemdeki gibi bulunabilir.

$$I_B = \frac{1.32 \text{ A}}{1000} = 1.32 \text{ A} \quad (3.1.6)$$

Şimdi ise diyotların üzerindeki voltajın 0.65 olduğunu bilerek tasarladığımız için diyotların üzerinden geçen akımı buluyoruz.(3.2.7)

$$I_D = I_S * e^{\frac{0.6}{0.026}} = 2.53 \text{ mA} \quad (3.1.7)$$

R10 ve R11 değeri ise üzerlerine düşen voltaj bölü akımdan geliyor. Bunu 3.2.8 ve 3.2.9 da görebilirsiniz.

$$R_{10} = (V_{cc} - V_b) / (I_D + I_B) = (15 - 1.3) \text{ V} / (2.33 + 1.32) \text{ mA} = 3.75 \text{ Kohm} \quad (3.1.7)$$

$$R_{13} = (-V_{cc} - (-V_b)) / (I_D + I_B) = (15 - 1.3) \text{ V} / (2.33 + 1.32) \text{ mA} = 3.75 \text{ Kohm} \quad (3.1.7)$$

Kazancı bulmak için V_{out} u bulmamız gerekiyor. Bundan dolayıda üsteki transistörün açık ve altakinin kapalı olma durumu düşünülerek kirchoff gerilim yasası ile devrenin V_{in} i bulunur.

$$V_{IN} + 2V_D - V_{BE(on)} - V_{OUT} = 0 \quad (3.1.8)$$

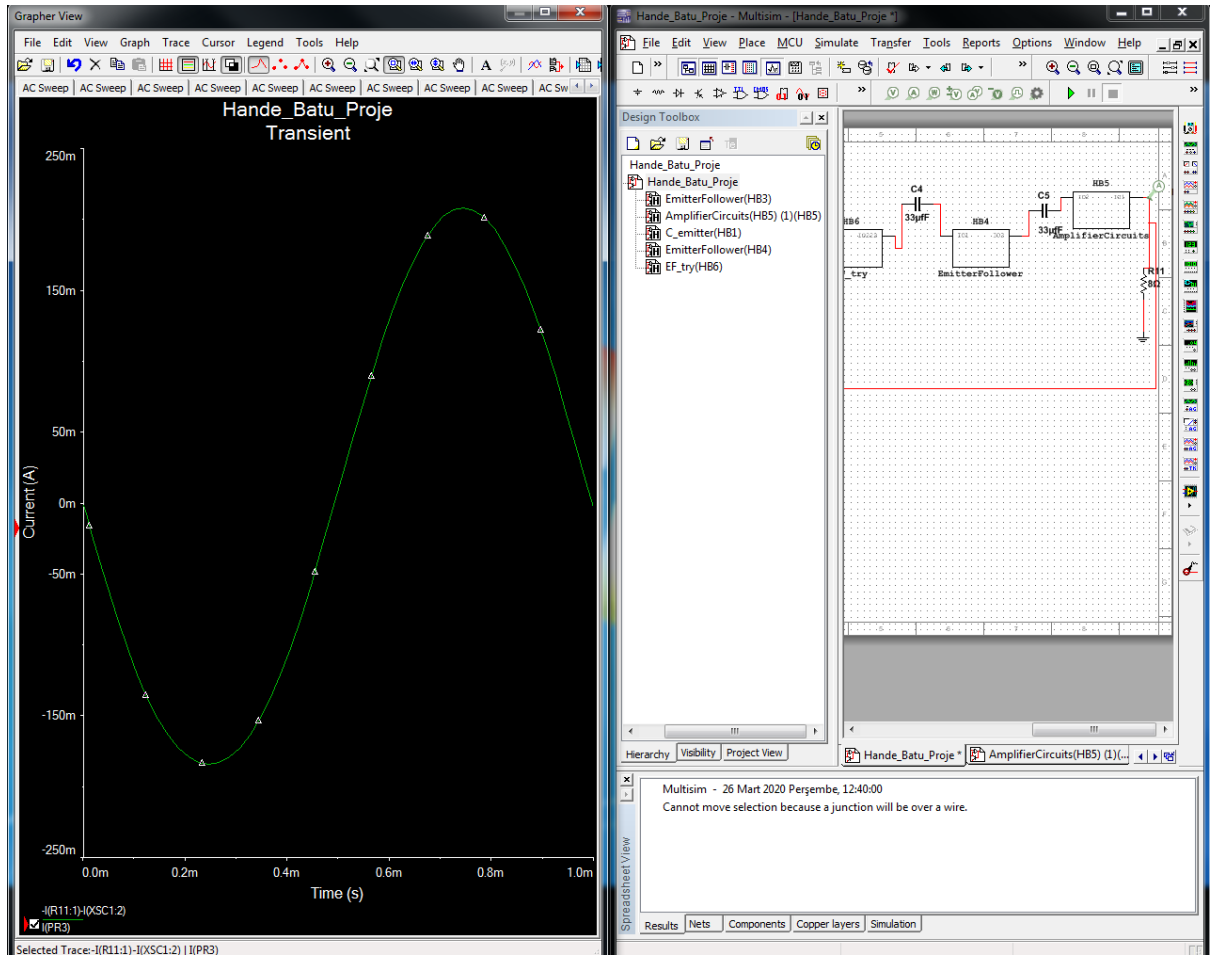
$$V_{in} + 2 * 0.65 - 2.5 - 10.6 = 0 \quad (3.1.9)$$

$$V_{in} = 11.8 \text{ V} \text{ olarak bulunur.} \quad (3.1.10)$$

Bulduğumuz devrenin kazancı V_{out} un V_{in} bölümü olduğu için amfi katının kazancı 3.2.11 deki gibi bulunur.

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{10.6}{11.8} = 0.89 \text{ yaklaşık kazanç elde ederiz} \quad (3.1.11)$$

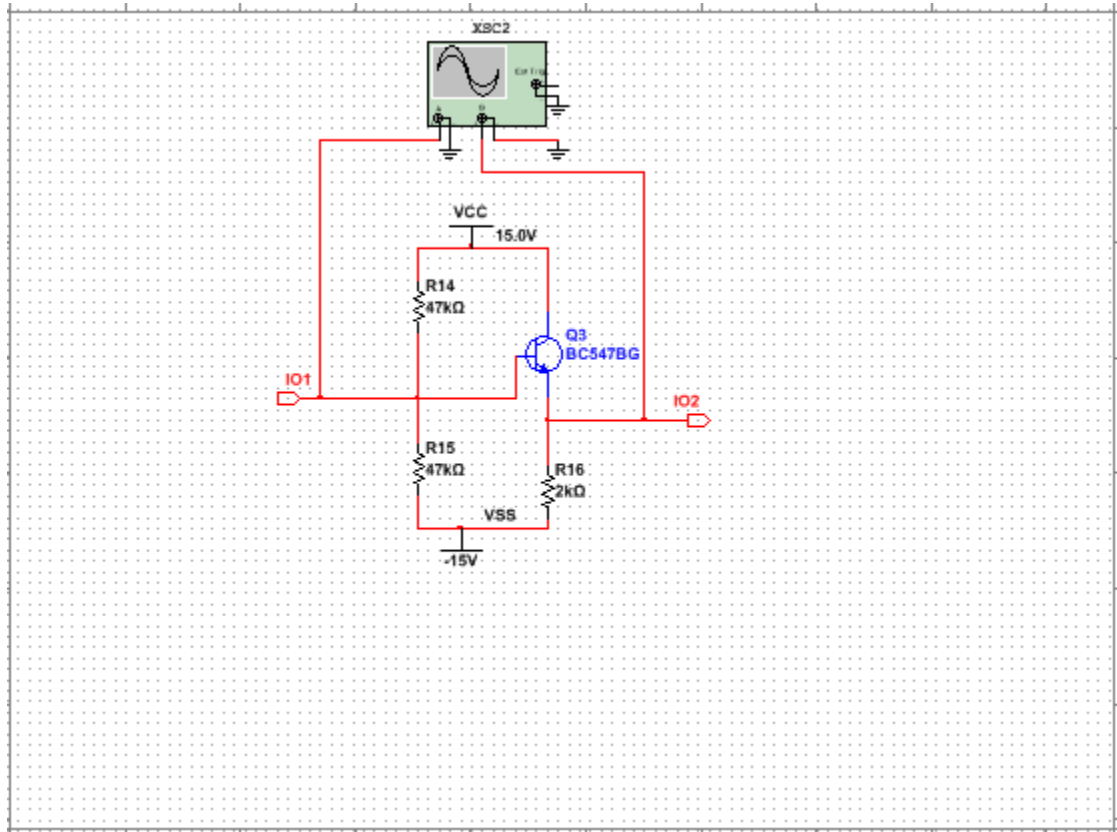
Bu Kısımdan (grafik 3.2’de) gördüğünüz gibi devremizin Amplifier çıkış sinyali Teorik olarak hesapladığımız sinyale hemen hemen hemen aynıdır bu akım değerinin doğru olmasından dolayı devremizin çıkışında 5W RMS değeri elde ettiğimizi anlıyoruz.



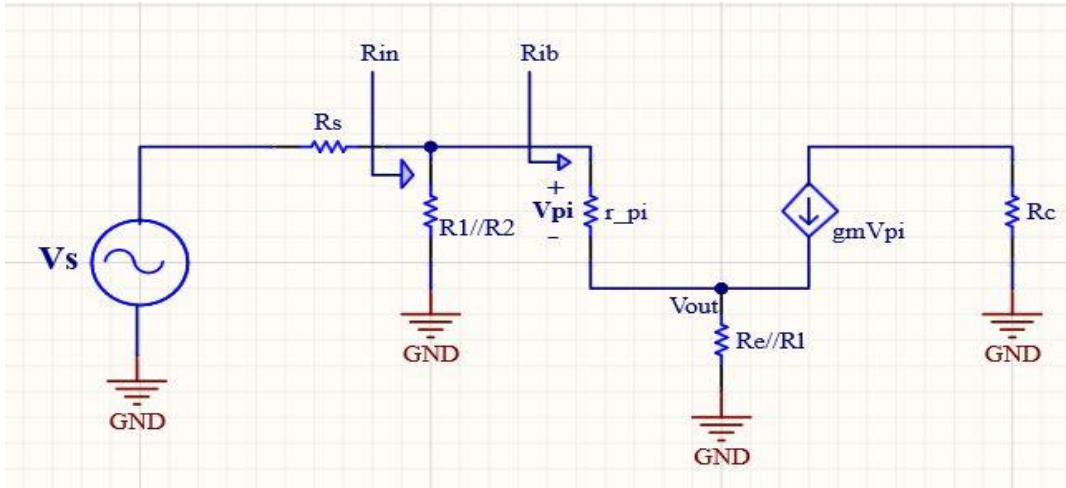
--Grafik 3.2 Amplifier Kısımının çıkışı--

Bu devrenin Gain stagelerine etkisi emittör follower veya gain stagenin bu devreye etkisi gain stage sayesinde sıfırlandığı için bu kısımda küçük sinyal analizi yapmamız bizim için çok anlamlı olmuyor. Bundan dolayı küçük sinyal analizi yapmadım.

3.3 Emitter Follower : Bu aşamada iki adet Emitter Follower kullanmadım 1 adet aynı Emittör followerı iki ayrı yerde kullandım bunun sebebi ise şudur, bu devredeki Emitter followerin devredeki buffer görevidir yani yüksek olan Rout değerini düşürmesinden dolayıdır. Grafik 3.3 de devremizin DC modelini Grafik 3.4 de ise AC modelini görüyoruz. Aynı zamanda çok yüksek Rin değerinden dolayı bi önceki devredeninde etkisini bitirir



--Grafik 3.3 Devrenin DC modeli--



-- Grafik 3.4 Devrenin AC modeli--

Bu iki çizimizden yola çıkarak,

$$V_{OUT} = I_B * (\beta + 1) * (R_E \parallel R_L) \quad (3.2.1)$$

$$V_{IN} = I_B * (r_{\pi} + (\beta + 1) * (R_E \parallel R_L)) \quad (3.2.2)$$

$$V_{IN} = \frac{V_S * R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \quad (3.2.3)$$

$$A_V = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{I_B * (\beta + 1) * (R_E \parallel R_L)}{I_B * (r_{\pi} + (\beta + 1) * (R_E \parallel R_L))} * \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \quad (3.2.4)$$

$$A_V = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \cong 1 \quad (3.2.5)$$

Bu aşamada R1//R2 değerini mantıklı bir şekilde seçip bir önceki devreden gelen Rout u sıfırlayacak şekilde seçip çok az kayıplı bir emittör follower elde ettik.

$$A_V = \frac{R_{IN}}{R_{IN} + R_S} \cong 1 \quad (3.2.6)$$

Ve son olarak Emitter follower devresinin Rout değerini buluyoruz. Emitter Follower Devremizin Rout değeri aşağıdaki gibidir.

$$R_{out} = R_e // ((R_{pi} + R_s // R_b) / (1 + B)) \quad (3.2.7)$$

Burdanda gozktğ üzere Rin değerimiz 100-200K ohmlardayken Rout değerimizi Rout değerimizi ohm lu mevkilere getirdik bundan dolayı bütün devrelerde Rin Routları yok sayarak çözümlemeye devam ediyoruz.

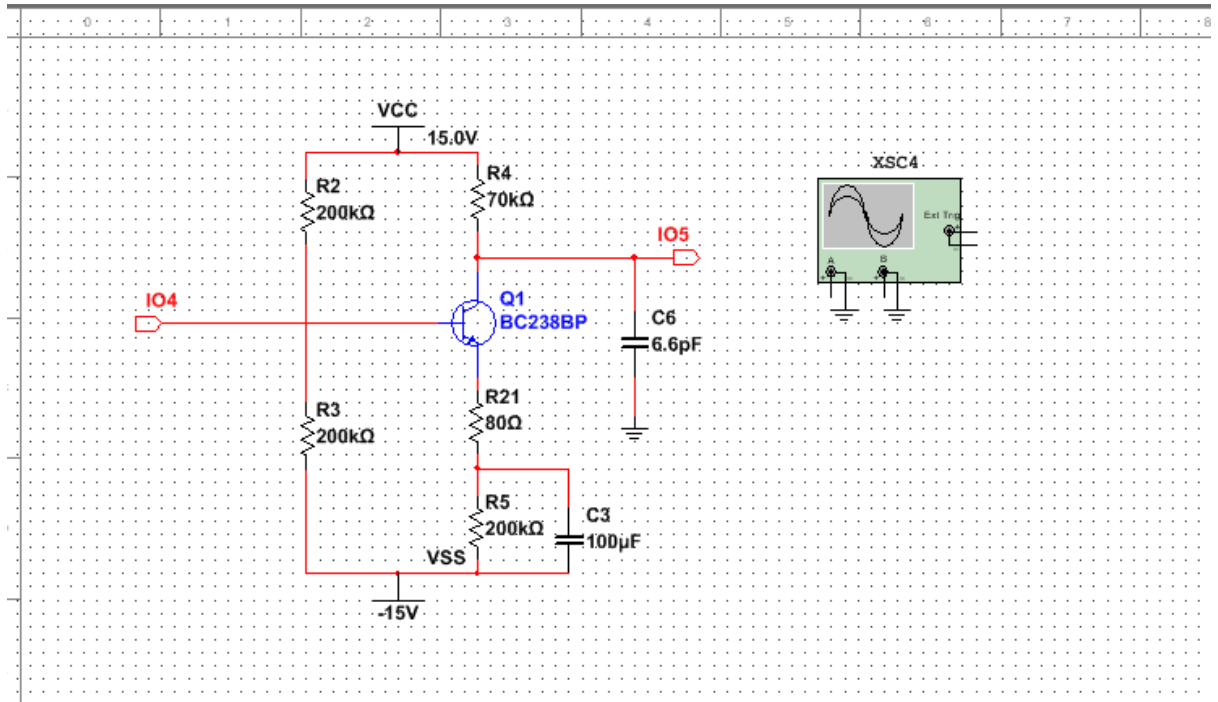
3.4 Gain Stage:

Bu aşamada 2 farklı bypass Common Emitter circuit kullandık, bypass kapasitrlerini kullanma sebebimiz B sayısının kazanca olan etkisini azaltmaktır çünkü bu işlem uygulaması sırasında transistörlerin farklı B sayıları çıkıyor ve bundan dolayı teorik olarak iyi çalışan bir devre pratikte çalışması çok zor oluyor ve bu sebebden dolayı devreler saturasyona girebiliyor. Bundan dolayı dizaynımda Bypass kapasitör yardımı ile bu kazanç sıkıntısını çözdüm.

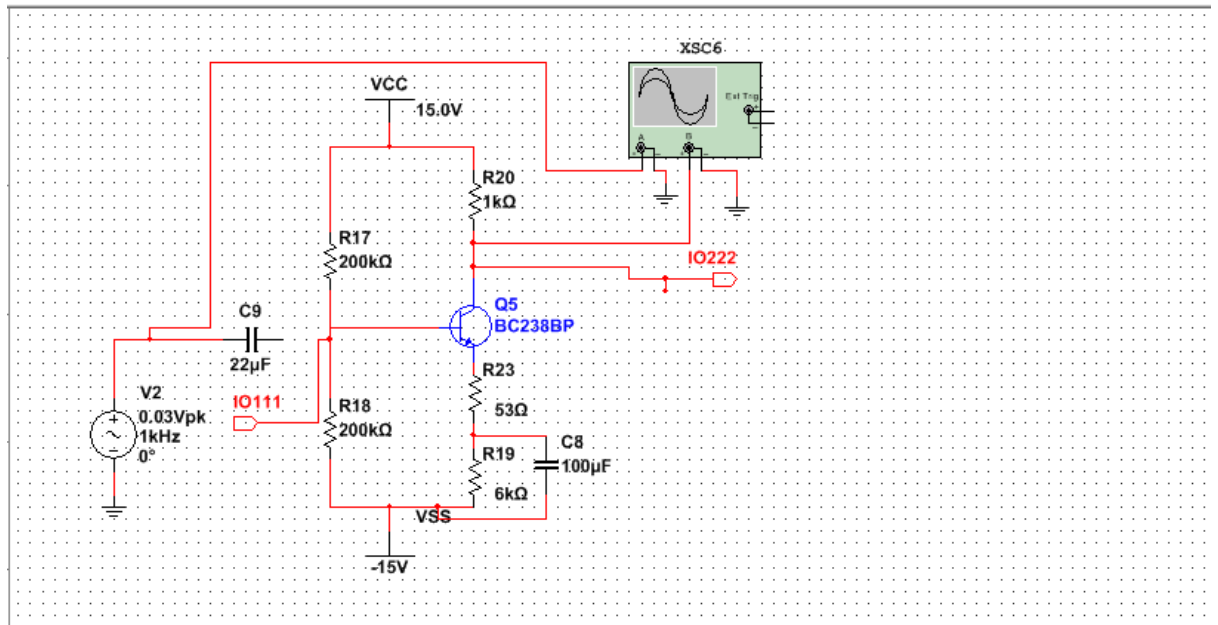
Aşağıda Grafik 1 de ilk gain stagemiz yaklaşık 100 kazançlı ve daha sonra ikinci gain stagemiz yaklaşık 7 kazançlı görüyorsunuz.

3.5 Kesim Frekansları:

Devremizin kesim frekanslarını bulurken ilk kazanç stagi hariç bütün kapasitörleri devremizin kesim frekansları olan 20Hz ve 1Mhz in dışında tutcak olan değer 33uF değerini seçtik bu sayede devremizdeki çoğu kapasitor etkisis bandwithte kesim frekansı yaptığı için bir etkisi olmadı.

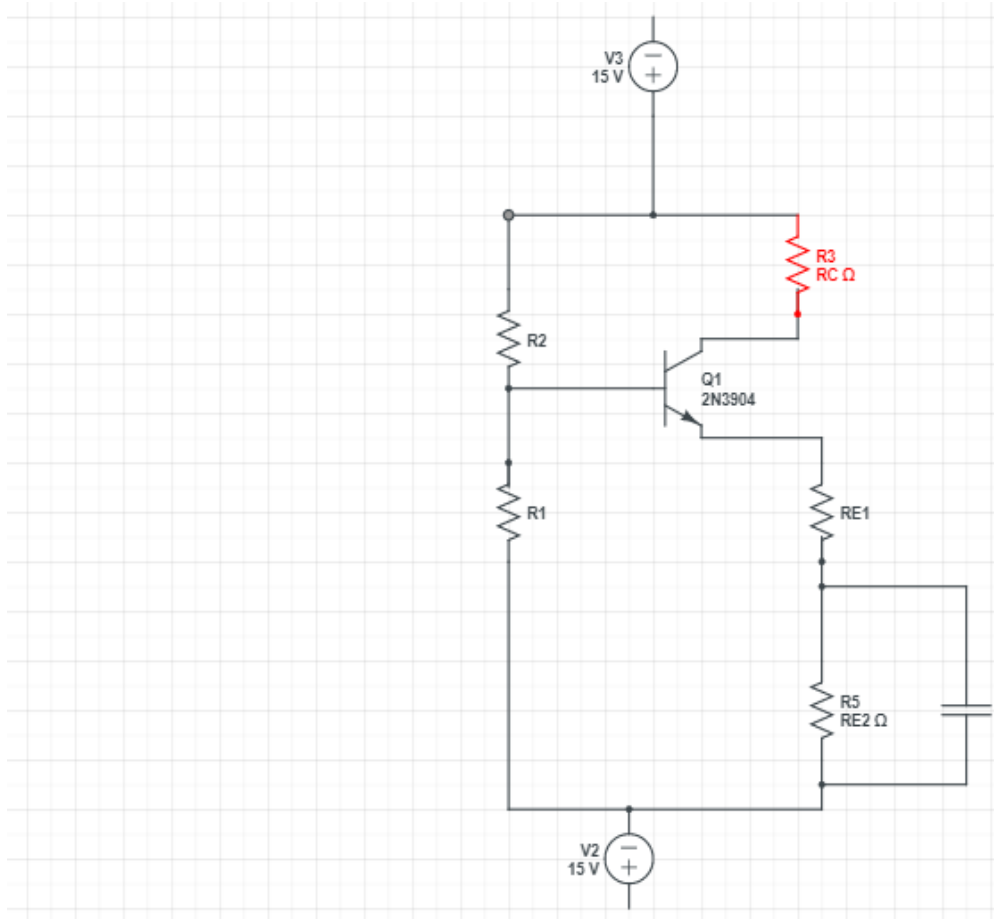


--Grafik 5 ilk gain stagimiz--



--Grafik 6 ilk gain stagimiz--

İki devrenin ortak dc modelini Grafik 7 deki model olarak kabul edelim



--Grafik 8 Ortak Dc model--

İlk olarak devrelerimizin DC çözüm formüllerimize bakalım

$$I_B = \frac{V_{th} - V_{Be(on)} - (V_{minus})}{(R_{e1} + R_{e2}) * B} \quad (3.3.1)$$

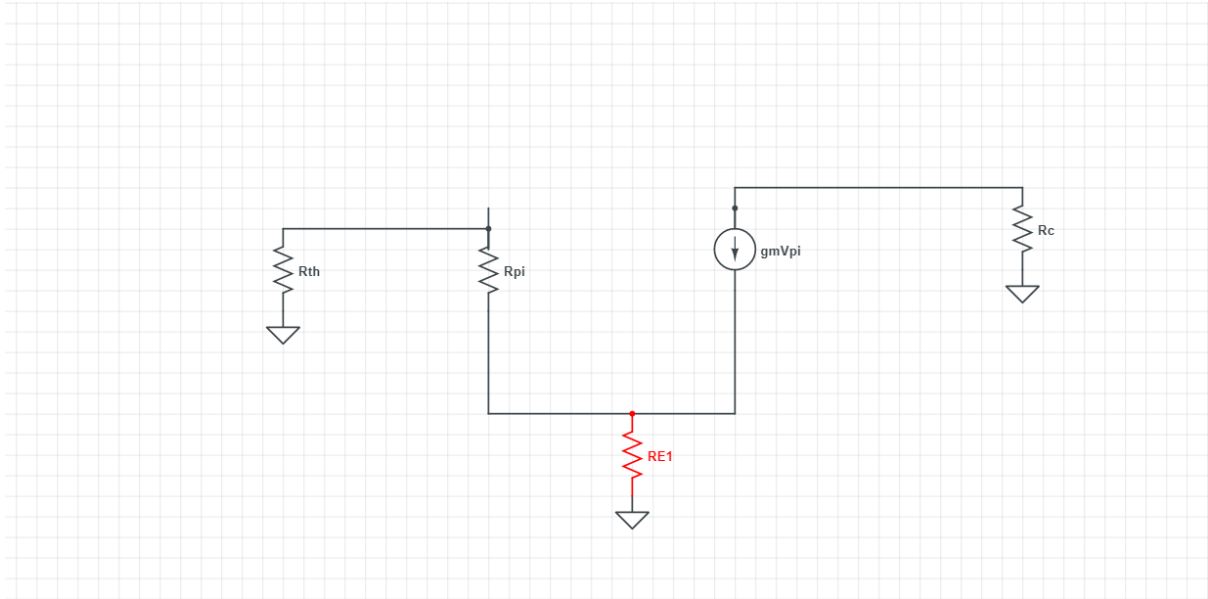
$$R_{th} = (R_1 * R_2) / (R_1 + R_2) \quad (3.3.2)$$

R1 ve R2 eşit olduğu için Vth iki denklemede 0 olur

$$R_{pi} = V_t / I_b \quad (3.3.3)$$

$$g_m = \frac{I_b}{V_t} * B \quad (3.3.4)$$

Bu devrelerin AC grafik 9 daki gibidir. Bu devrelerin nasıl çözüldüğüne gelince



Grafik -9- Devrenin AC çözümü

Bu devrenin ise çözüm formülleri

$$V_{in} = V_{pi} + g_m * V_{pi} * R_{E1} \quad (3.3.5)$$

$$V_{out} = g_m * V_{pi} * R_C \quad (3.3.5)$$

$$V_{out} = g_m * V_{pi} * R_C \quad (3.3.5)$$

$$A = V_{out} / V_{in} \quad (3.3.5)$$

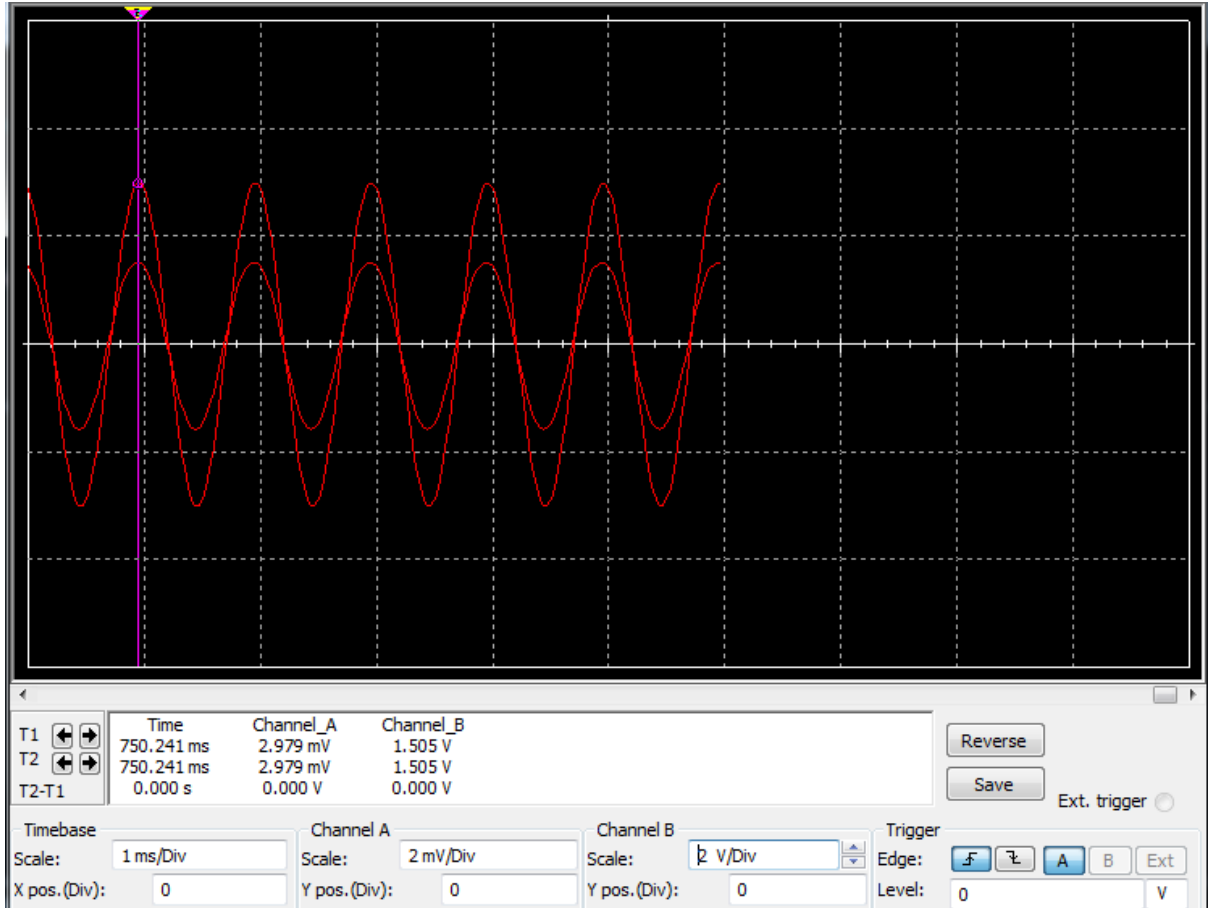
Bu şekilde kazancı bulmuş olduk devrelerimiz yüksek kazançtan saturasyona girmesinde diye ilk devrenin kazancını yaklaşık yüzde 80 ikinci devrenin kazancını yaklaşık 9 olarak ayarladık.

Emitter followerların yaklaşık kazancı %90 iken Amplifier devremizde yaklaşık kazancı %90 dı

Sonuç olarak toplam devremizden elde ettiğimiz kazanç

$$A=80*9*0.9*0.9*0.9= 524 \text{ çıktı} \quad (3.3.5)$$

Bu bizim elimizle hesapladığımız kazançtır. Simulasyon sonucu olarakta Grafik 10 gördüğümüz 505 kazancı elde ettik .



--Grafik 10 505 kazanç--

Peki bu devrelerin kazançlarını nasıl bulduğumuza gelirsek R1 R2 ve Re2 değerlerini sabit seçip Re1 değerleri ile devrenin saturasyonunu kontrol ederek Re1 ve RC yi kullanarak devremizin kazanç değerini bulduk. Devremizin Alçak ve yüksek kesim frekanslarını gain 1

evresindeki C3 ve C6 kapasitörü yardımıyla yukardaki gain 5 grafiğinde görebilirsiniz hesapladık.

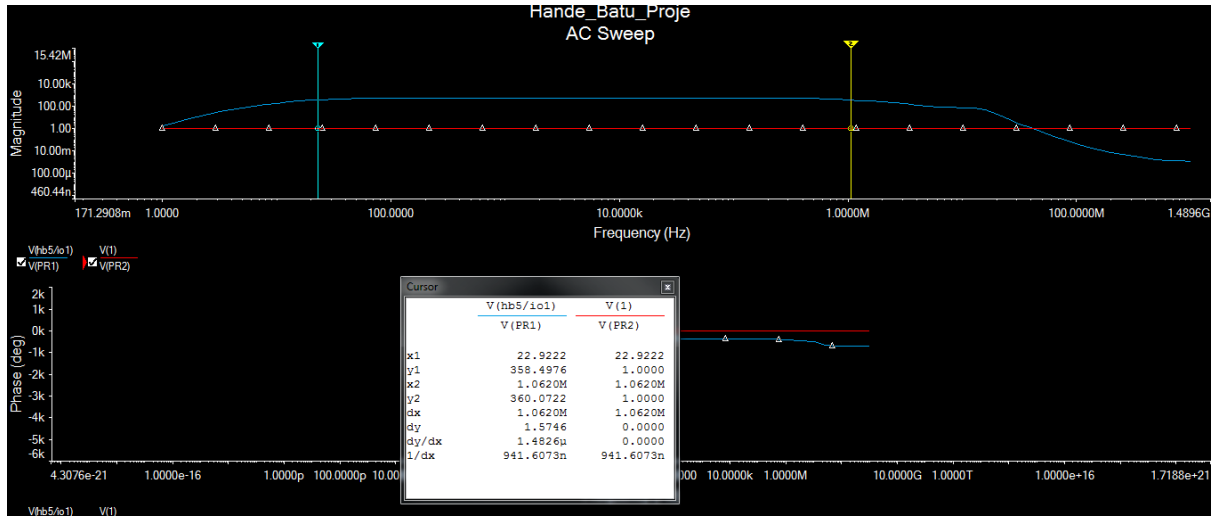
Burda yüksek kesim frekansımızı formülü ile 1Mhz

$$FH = 1/(2 * pi * C6 * R4) \quad (3.4.1)$$

Ve alçak kesim frekansı olan 20Hz yi ise C3 kapasitörü yardımı ile aşağıdaki formüle 20Hz buldum.

$$FH = 1/(2 * pi * (Re * (Rs + Rpi) * CE)/(Rs + Rpi + (1 + B) * RE) \quad (3.4.1)$$

Grafik 11 de 20HZ ve 1MHZ kesim frekanslarını görebilirsiniz. 500 kazançlı bir devrenin kesim frekansı 0.7 düştüğü noktadır ve bizim devre için bu değer yaklaşık kazancın 350 olduğu noktadır. Yaklaşık olarak değerlerimiz doğrudur.



Grafik -11- 20Hz-1MHZ cutoff frequency

4. Ölçüm Sonuçları:

5. Sonuçlar:

6.BOM Listesi:

7. Kaynakça: