



**T.C. MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ELEKTRONİK – 1 DERSİ**

DENEY RAPORU

Emiteri Ortak Kuvvetlendiriciler

Yusuf Eren Nas 170521008

yusufnas@marun.edu.tr

Harun Yahya Öztürk 170522052

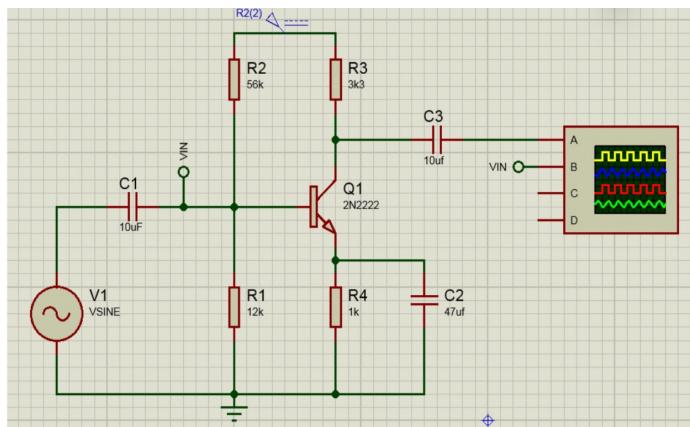
yahyaharun@marun.edu.tr

Abdel Manan Abdel Rahman 170521923

manan.abdel@marun.edu.tr

1- İşlem basamaklarının uygulanması

İşlem basamağı 2'de kurulması istenilen devre kurulmuş, Şekil 1'de verilmiştir.

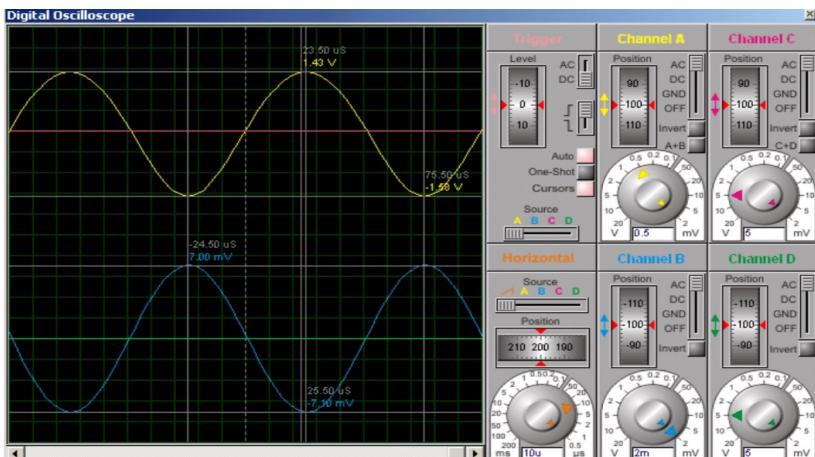


Şekil 1 – Açık-devre gerilim kazancını ve kuvvetlendiricinin çıkış direncini ölçmek için kurulan devre

Şekil 1'deki sinüs çıkışlı V1 üretici istenildiği gibi 10KHz frekansına ayarlanmıştır. $V_O = 3V(pp)$

olması için V1 üreticisinin genliği $V_I = 7,1mV$ olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen değerler Şekil 2'de

verilen osiloskop üzerinde görülmektedir.



Şekil 2 – Şekil 1'de verilen devrenin giriş ve çıkış gerilimleri

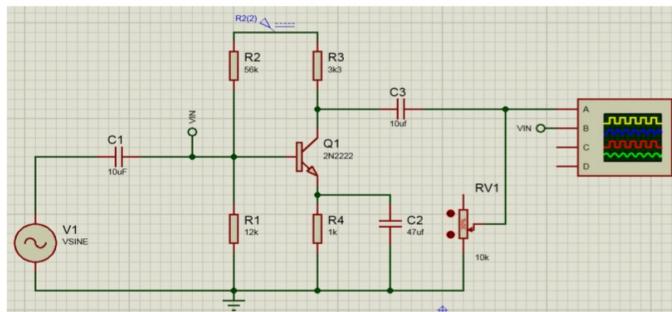
Osiloskop üzerinde görülen çıkış sinyali (sarı renkli sinyal) ile giriş sinyali (mavi renkli sinyal) arasında 90 derece faz farkı olduğu görülmektedir. Bu fark açık devre gerilim kazancında görülmektedir.

Şekil 2'deki verilere dayanarak Açık devre gerilim kazancı $\frac{V_o}{V_i} = \frac{-3V}{2x7m1V} = -211,2$ şeklinde ölçülmüştür.

C_E devredeyken $A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-\beta R_C}{(\beta+1)r_e} \approx \frac{-R_C}{r_e}$ ile teorik olarak hesaplanabilir.

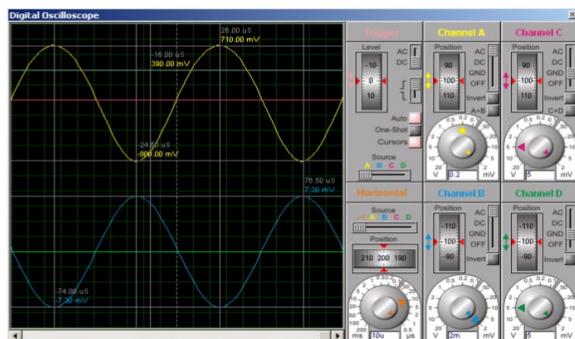
$A_V \approx \frac{-R_C}{r_e} \approx \frac{-3K3\Omega}{13,3\Omega} = -248$ olur.

Şekil 1'deki kuvvetlendiricinin çıkış direncini ölçmek için çıkışına 10K potansiyometre bağlanarak dışarıdan ayarlanabilen gerilim bölücü çıkışa eklenmiştir. V_o değeri normal şekilde çıkışta ölçülen değerin yarısı görülecek şekilde ayarlanarak 1:2 gerilim bölücü oluşturulmuştur. Bu gerilim bölücü oranında potansiyometre değeri ve geri kalan direnç (r_o) birbirine eşit olacağından r_o değeri elde edilmiştir.



Şekil 3 – r_o değerini bulmak için kurulan devre

Şekil 3'teki devrede RV1 potansiyometresi 3KΩ değerindeyken $V_o = 1,5V(pp)$ değeri ölçülmüş ve devrenin çıkış direnci $r_o = 3K\Omega$ olarak bulunmuştur. Ölçülen değerler Şekil 4'te verilen osiloskop üzerinde görülmektedir.

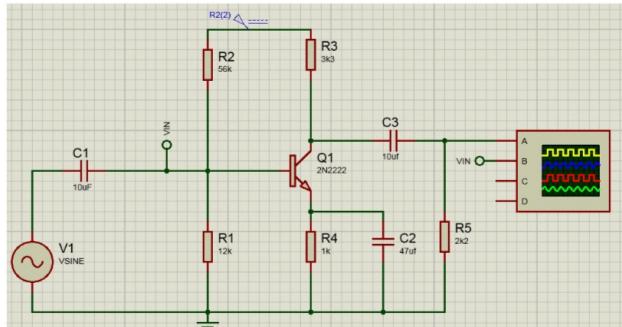


Şekil 4 – $r_o = 3K\Omega$ ayarlandığında ölçülen giriş ve çıkış değerleri

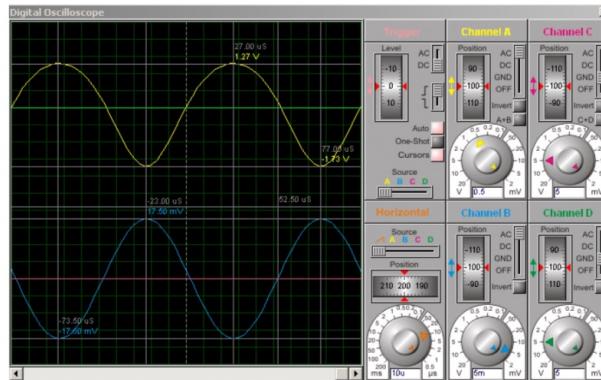
Emiteri ortak kuvvetlendiricinin çıkış direnci teorik olarak $r_o(kat) \approx R_C$ ile hesaplanabilir.

$r_o(kat) \approx R_C \approx 3K3\Omega$ olarak bulunur.

Yükten kaynağa gerilim kazancı $\frac{V_S}{V_L}$ 'yi ölçmek için Şekil 5'teki devre kurulmuştur.



Şekil 5 – Yükten kaynağa gerilim kazancını ölçmek için kurulan devre



Şekil 6 – $V_o = 3V(pp)$ için ayarlandığında ölçülen giriş ve çıkış değerleri

Şekil 5'teki sinüs çıkışlı V1 üretici istenildiği gibi 10KHz frekansına ayarlanmıştır. Şekil 6'da da görüldüğü üzere $V_o = 3V(pp)$ olması için V1 üreticisinin genliği $V_I = 17,5mV$ olacak şekilde ayarlanmıştır.

Şekil 6'da ölçülen veriler ile $\frac{V_L}{V_S}$ değerini yazacak olursak;

$$\frac{V_L}{V_S} = \frac{3V}{-2 \times 17,5mV} \approx -85,7 \text{ olarak bulunur.}$$

Aynı zamanda yükten kaynağa gerilim kazancı teorik olarak $\frac{V_S}{V_L} = \frac{r_{in}(kat)}{r_s + r_{in}(kat)} A_V \frac{R_L}{R_L + r_o(kat)}$ eşitliği ile hesaplanabilir. Denklemdeki bilinmeyenler için aşağıdaki eşitlikler kullanılacak olursa

Denklemdeki değerleri bulmak için aşağıdaki eşitlikler kullanılabilir.

$$\text{CE devrede iken } r_{in}(\text{kat}) = (\beta + 1)r_e // (R_1 // R_2)$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_{CQ}}$$

$r_o(\text{kat}) = R_C$ eşitliklerini kullanarak yazacak olursak;

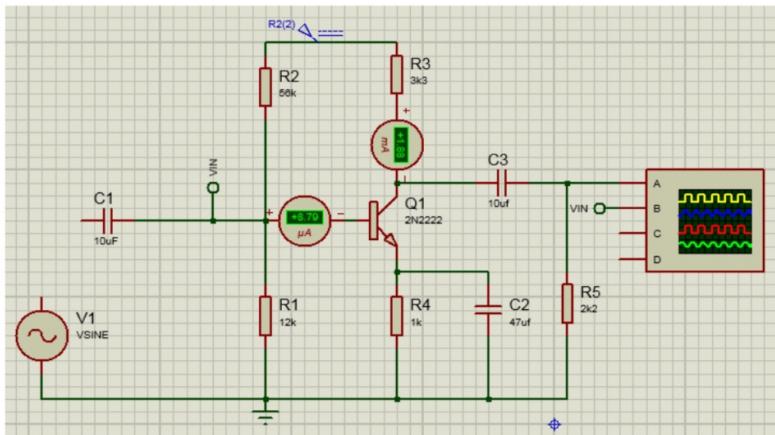
$$r_e = \frac{V_T}{I_{CQ}} \approx \frac{25mV}{1,88mA} \approx 13,3\Omega \text{ olarak bulunur. (} I_{CQ} \text{ Şekil 7'den alınmıştır.)}$$

$$r_{in}(\text{kat}) = (214 + 1)13,3\Omega // (56K\Omega // 12K\Omega) = 2,21K\Omega$$

Simülasyon ortamında kullanılan sinyal kaynağında $r_s = 0\Omega$ olmaktadır.

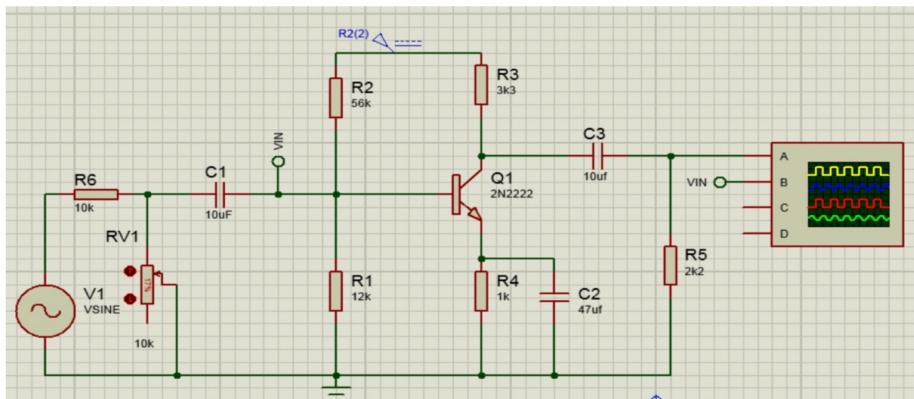
$$\frac{V_L}{V_S} = \frac{r_s + 2,21K}{2,21K\Omega} (-248) \frac{2,2K\Omega}{2,2K\Omega + 3,3K\Omega} = -99,2 \text{ olur.}$$

Şekil 5'te devreden sinyal jeneratörü çıkartılarak DC öngerileme parametreleri ölçülmüş, parametreler Şekil 7'de verilmiştir.



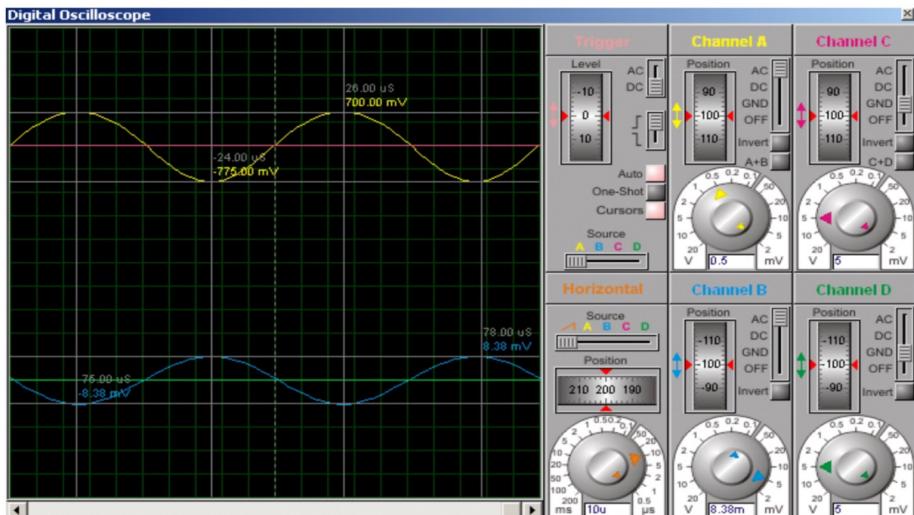
Şekil 7 – DC öngerileme parametrelerini bulmak için kurulan devre

$$\text{Şekil 7'de ölçülen parametrelerden yararlanılarak } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1,88mA}{8,79\mu A} \approx 214 \text{ olarak bulunmuştur.}$$



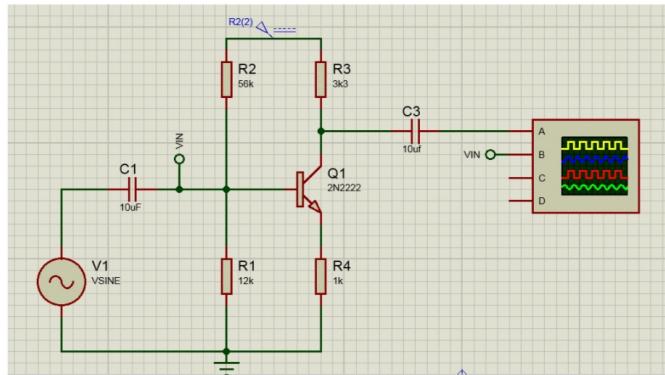
Şekil 8- r_{in} (kat) direncini ölçmek için kurulan devre

Şekil 8'deki devrede RV1 potansiyometresi giriş voltajını bölmek için bağlanmıştır. $RV1=1,7K\Omega$ değerindeyken $V_o = 1,5V(pp)$ değeri ölçülmüş ve devrenin giriş direnci $r_{in} = 1,7K\Omega$ olarak bulunmuştur.



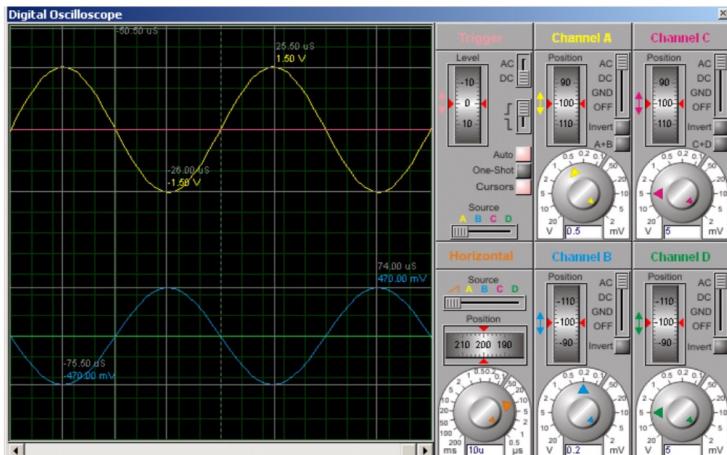
Şekil 9 – $r_{in} = 14,5K\Omega$ ayarlandığında ölçülen giriş ve çıkış değerleri

Emiter bypass kondansatörü devreden çıkartılıp açık-devre gerilim kazancı, gerilim kazancı ve r_{in} değeri ölçülmüş, işlemler aşağıda verilmiştir.



Şekil 20 – Açık-devre gerilim kazancını ve kuvvetlendiricinin çıkış direncini ölçmek için kurulan devre

Şekil 10'daki sinüs çıkışlı V1 üretici istenildiği gibi 10KHz frekansına ayarlanmıştır. $V_o = 3V(pp)$ olması için V1 üreticisinin genliği $V_t = 470mV$ olacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen değerler Şekil 11'de verilen osiloskop üzerinde görülmektedir.



Şekil 11 – Şekil 10'da verilen devrenin giriş ve çıkış gerilimleri

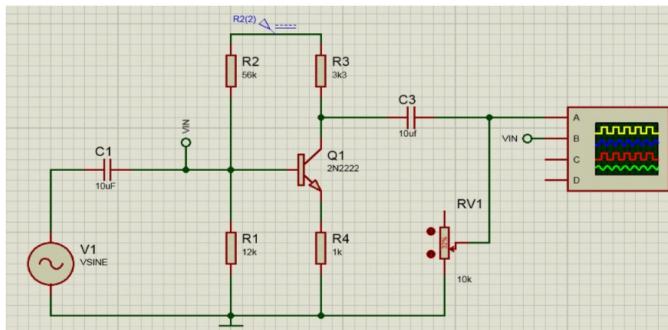
Osiloskop üzerinde görülen çıkış sinyali (sarı renkli sinyal) ile giriş sinyali (mavi renkli sinyal) arasında 90 derece faz farkı olduğu görülmektedir. Bu fark açık devre gerilim kazancında görülmektedir.

Şekil 11'deki verilere dayanarak Açık devre gerilim kazancı $\frac{V_o}{V_I} = \frac{-3V}{2 \times 470mV} = -3,19$ şeklinde ölçülmüştür.

C_E devrede deyilken $A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-\beta R_C}{(\beta+1)(r_e + R_e)} \approx \frac{-R_C}{R_e}$ ile teorik olarak hesaplanabilir.

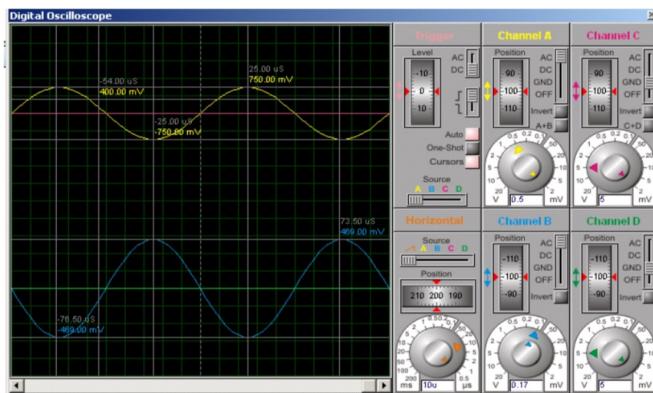
$$A_V \approx \frac{-R_C}{R_E} \approx \frac{-3K3\Omega}{1K\Omega} = -3,3 \text{ olur.}$$

Şekil 10'daki kuvvetlendiricinin çıkış direncini ölçmek için çıkışına 10K potansiyometre bağlanarak dışarıdan ayarlanabilen gerilim bölgücü çıkışa eklenmiştir. V_o değeri normal şekilde çıkışta ölçülen değerin yarısı görülecek şekilde ayarlanarak 1:2 gerilim bölgücü oluşturulmuştur. Bu gerilim bölgücü oranında potansiyometre değeri ve geri kalan direnç (r_o) birbirine eşit olacağından r_o değeri elde edilmişdir



Şekil 12 – r_o değerini bulmak için kurulan devre

Şekil 12'deki devrede RV1 potansiyometresi 3,2KΩ değerindeyken $V_o = 1,5V(pp)$ değeri ölçülmüş ve devrenin çıkış direnci $r_o = 3,2K\Omega$ olarak bulunmuştur. Ölçülen değerler Şekil 13'te verilen osiloskop üzerinde görülmektedir.

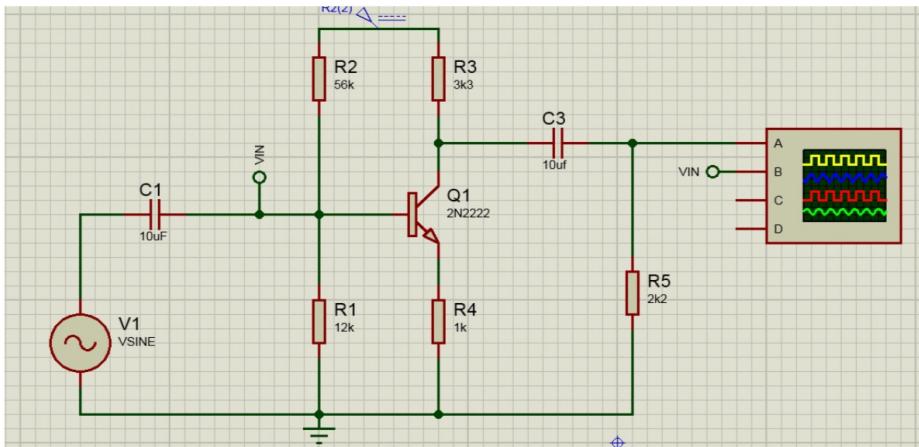


Şekil 13 – $r_o = 3,2K\Omega$ ayarlandığında ölçülen giriş ve çıkış değerleri

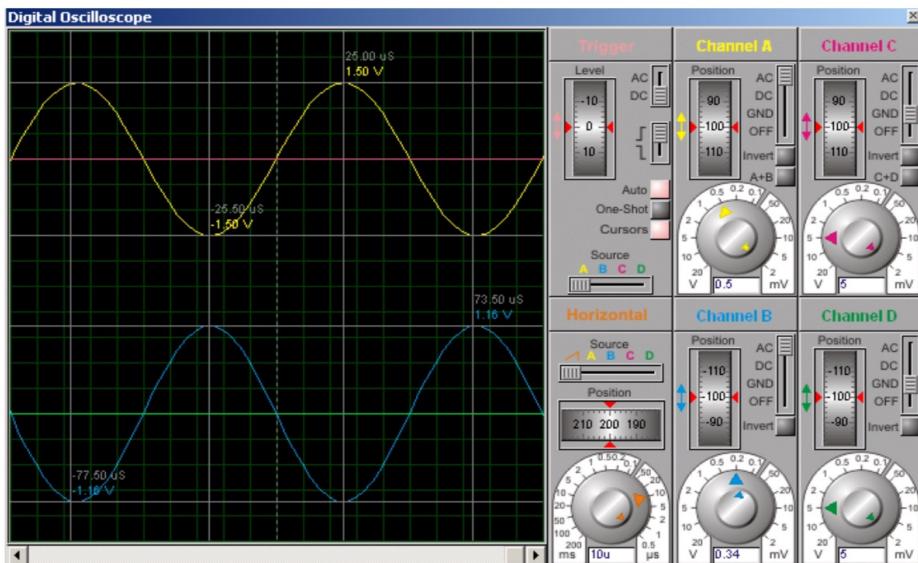
Emiteri ortak kuvvetlendiricinin çıkış direnci teorik olarak $r_o(kat) \approx R_C$ ile hesaplanabilir.

$r_o(kat) \approx R_C \approx 3K3\Omega$ olarak bulunur.

Yükten kaynağı gerilim kazancı $\frac{V_S}{V_L}$ 'yi ölçmek için Şekil 14'teki devre kurulmuştur.



Şekil 14 – Yükten kaynağı gerilim kazancını ölçmek için kurulan devre



Şekil 15 – $V_o = 3V(pp)$ için ayarlandığında ölçülen giriş ve çıkış değerleri

Şekil 14'teki sinüs çıkışlı V1 üretici istenildiği gibi 10KHz frekansına ayarlanmıştır. Şekil 15'te de görüldüğü üzere $V_o = 3V(pp)$ olması için V1 üreticinin genliği $V_i = 1,16V$ olacak şekilde ayarlanmıştır.

Şekil 15'te ölçülen veriler ile $\frac{V_L}{V_S}$ değerini yazacak olursak;

$$\frac{V_L}{V_S} = \frac{3V}{-2x1,16} \approx -1,29 \text{ olarak bulunur.}$$

Aynı zamanda yükten kaynağı gerilim kazancı teorik olarak $\frac{V_S}{V_L} = \frac{r_{in}(kat)}{r_s + r_{in}(kat)} A_V \frac{R_L}{R_L + r_o(kat)}$ eşitliği ile hesaplanabilir. Denklemdeki bilinmeyenler için aşağıdaki eşitlikler kullanılacak olursa

Denklemdeki değerleri bulmak için aşağıdaki eşitlikler kullanılabilir.

$$CE \text{ devrede değilken } r_{in}(kat) = [(\beta + 1)(r_e + R_E)] // (R_1 // R_2)$$

$$r_e = \frac{V_T}{I_{CQ}}$$

$r_o(kat) = R_C$ eşitliklerini kullanarak yazacak olursak;

$$r_o(kat) = 3,3K\Omega$$

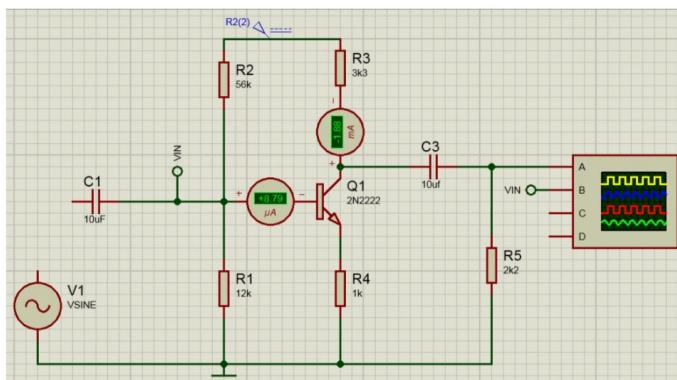
$$r_e = \frac{V_T}{I_{CQ}} \approx \frac{25mV}{1,88mA} \approx 13,3\Omega \text{ (} I_{CQ} \text{ Şekil 16'dan alınmıştır.)}$$

$$r_{in}(kat) = (214 + 1)(13,3\Omega + 1K\Omega) // (56K\Omega // 12K\Omega) = 9,45K\Omega \text{ olur.}$$

Simülasyon ortamında kullanılan sinyal kaynağında $r_s = 0\Omega$ olmaktadır.

$$\frac{V_L}{V_S} = \frac{r_s + 9,45K\Omega}{9,45K\Omega} (-3,3) \frac{2,2K\Omega}{2,2K\Omega + 3,3K\Omega} = -1,32 \text{ olur.}$$

Şekil 14'teki devreden sinyal jeneratörü çıkartılarak DC öngerileme parametreleri ölçülmüş, parametreler Şekil 16'da verilmiştir.



Şekil 16 – DC öngerileme parametrelerini bulmak için kurulan devre

Tüm işlem basamaklarında istenen, yukarıdaki hesaplanan ve ölçülen değerler tablo haline getirilmiş ve Tablo 1'de verilmiştir.

	CE devredeyken		CE devrede değilken	
	Ölçülen	Hesaplanan	Ölçülen	Hesaplanan
AV	-212,2	-248	-3,19	-3,3
VL/VS	-85,7	-99,2	-1,29	-1,32
r _{in} (kat)(kΩ)	1,7	2,21	10	9,45
r _o (kat)(kΩ)	3	3,3	3,2	3,3

Tablo 1 – İşlem basamaklarında hesaplanan değerler

2- Sorular

1-) IE akımını ve re direncini hesaplayınız. Teorik olarak hesaplayacağınız dc emiter akımını bulmak için aşağıdaki işlemleri takip ediniz:

- Öncelikle beyz-toprak arasındaki VB gerilimini, gerilim bölme kuralını uygulayarak belirleyiniz.

$$V_B = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ ise } V_B = 15 \frac{12K\Omega}{56K\Omega + 12K\Omega} = 2,65V \text{ olur.}$$

- Daha sonra emiter-toprak arasındaki VE gerilimini bulunuz.

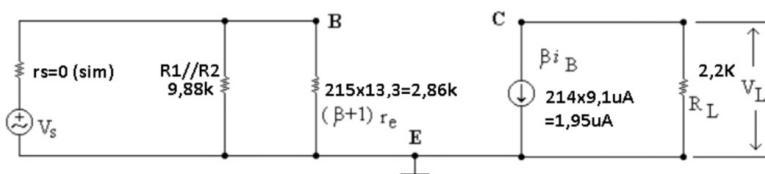
$$V_E = V_B - V_{BE} \approx V_B - 0,7V \text{ ise } V_E = 2,65V - 0,7V \approx 1,95V$$

- Son olarak, emiter gerilimini emiter akımına bölgerek emiter akımını hesaplayabilirsiniz.

$$I_E = \frac{V_E}{r_E}, r_E = \frac{26mV}{I_E} \text{ ise } I_E = \frac{1,95V}{1K\Omega} = 1,95mA, r_E = \frac{26mV}{1,95mA} = 13,33\Omega \text{ olur.}$$

2-) Soru 1'den elde ettiğiniz verileri kullanarak ve rc direncini sonsuz kabul ederek, Şekil 3'teki kuvvetlendiricinin küçük-işaret eşdeğer ac devresini çiziniz.

İstenilen veriler ile küçük işaret modeli çizilmiş ve Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19 – Küçük işaret modeli

