

DENEY 5: GERİ BESLEME DEVRELERİ 1

Malzeme Listesi

Direnç: 1x100, 1x1k, 3x2.2k, 2x 4.7k, 1x 20k, 1x22k, 1x33k, 1x47k, 1x 68k, 1x 180k

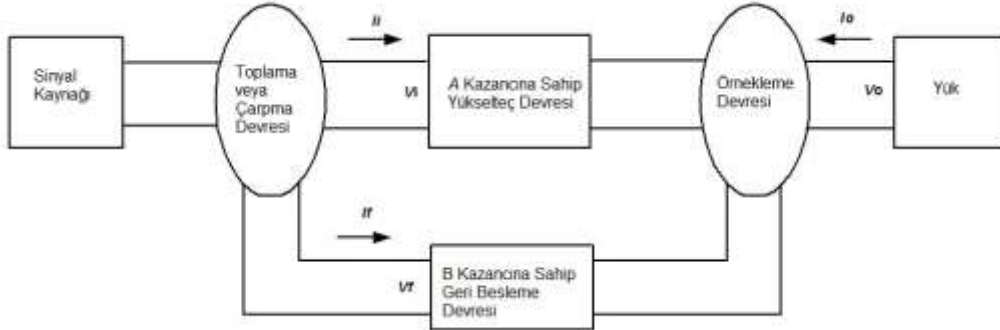
Kapasite: 4x 10uF, 2x100uF

Transistör: 2x BC547

Bağlantı kabloları, board.

5.1 Genel Bilgiler

Yükselteç çıkış sinyalinin bir kısmı veya tümünün, bir geri besleme devresi üzerinden, tekrar girişe uygulanmasına geri besleme adı verilir. Geri besleme sinyalinin fazı, giriş sinyalinin fazı ile aynı ise pozitif geri besleme, ters ise negatif geri besleme olarak adlandırılır. Yükselteç devrelerinde negatif geri besleme kullanılmaktadır. Negatif geri besleme, kararlı sistemlerde en yaygın kullanılanıdır. Kararsız çalışma koşullarında çalışan diğer sistemler ise çoğunlukla pozitif geri besleme kullanırlar. Yükselteç devresine genel geri besleme uygulandığında, çıkış sinyali giriş sinyaline kıyasla 180 derecelik faz farkına sahip olacaktır. Negatif geri beslemenin yükseltecin kararlılığını arttırdığı, devrenin gürültü toleransını geliştirdiği, yükseltecin bant genişliğini arttırdığı ve uygun geri besleme topolojisi seçildiği takdirde yükseltecin giriş ve çıkış direncini kontrol ettiği gözlenmektedir.



Şekil 1. Geri beslemeli yükselteçlerin genel yapısı

Geri beslemeli yükselteç kazancı A_f aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$V_o = A(V_i - \beta V_o)$$

$$A_f = \frac{V_o}{V_i} = \frac{A}{1 + \beta A}$$

- $\beta A = 0$ ise $A_f = A$ (geri besleme yok)
- $\beta A > 0$ ise $A_f < A$ (negatif geri besleme)
- $-1 < \beta A < 0$ ise $A_f > A$ (pozitif geri besleme)

$\beta A = -1$ ise $A_f = \infty$ olur. Yani sistem girişinde bir işaret olmasa da sistem çıkışında sonlu değerde bir işaret gözlenir.

Negatif Geri Beslemeli Devrenin Özellikleri:

- Negatif geri beslemeli devrelerde kazanç azalmaktadır.
- Devrenin kararlılığı artmaktadır. Böylece devreden elde edilen kazanç, transistör parametrelerindeki değişimlerden daha az etkilenir.
- Çıkıştaki distorsiyon ve gürültü etkileri negatif geri besleme ile en aza indirilir. $1+\beta A$ faktörü, hem giriş gürültüsünü hem de çıkışta ortaya çıkan doğrusal olmayan bozulmayı önemli ölçüde azaltarak belirgin bir iyileştirme sağlar.
- Bant genişliği artar. Daha geniş bir frekans bandında yükseltme etkisi sağlar.
- Giriş ve çıkış empedansları geri besleme bağlantı türüne göre değişir.

Negatif geri beslemenin faydaları özetlenirse;

- 1- Doğrusal bir çalışma
- 2- Az gürültü
- 3- Kararlı kazanç
- 4- Doğrusal frekans tepkisi
- 5- Yüksek giriş empedansı ve düşük çıkış empedansıdır.

1. İdeal Kapalı Çevre Sinyal Kazancı

Şekil 2’de verilen genel yapı üzerinden ideal kapalı çevre kazancını hesaplamak üzere çıkış ve geri besleme sinyalleri şu şekilde yazılır:

$$S_o = A S_e \quad (5.1)$$

$$S_{fb} = B S_o \quad (5.2)$$

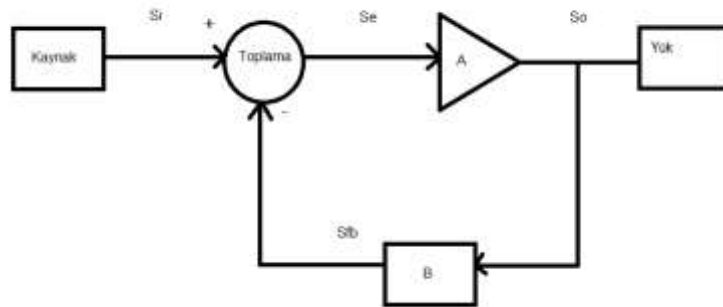
$$S_e = S_i - S_{fb} \quad (5.3)$$

$$S_o = A(S_i - B S_o) = A S_i - A B S_o \quad (5.4)$$

Denklemler düzenlendiğinde kapalı çevre transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi elde edilir.

$$A_f = \frac{S_o}{S_i} = \frac{A}{1+BA} \quad (5.5)$$

Tüm geri besleme türlerinin kapalı çevre transfer fonksiyonları Tablo 1 ‘de verilmektedir.



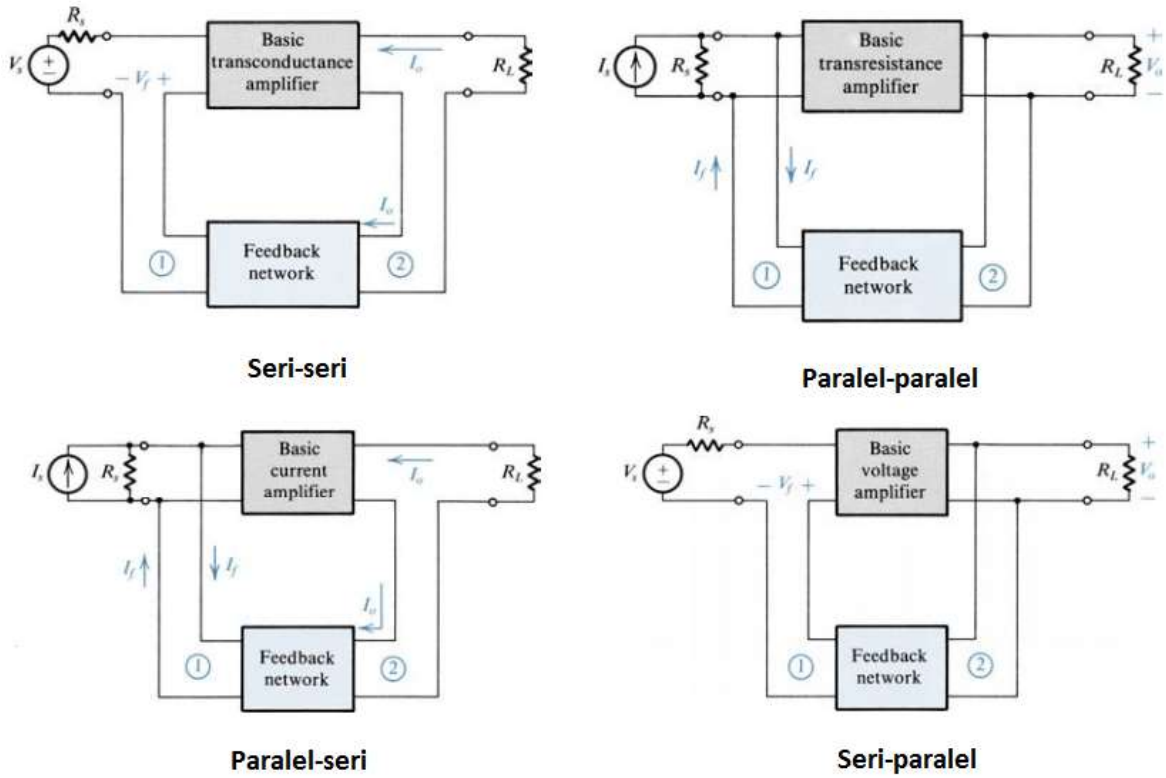
Şekil 2. İdeal kapalı çevre kazancı hesaplamak için genel geri beslemeli yükselteç yapısı

5.1.2 Geri Besleme Türleri

Dört farklı geri besleme topolojisi bulunmaktadır.

- Seri - Paralel / Gerilim Kuvvetlendirici
- Paralel - Seri / Akım Kuvvetlendirici
- Seri - Seri / Transespendans Kuvvetlendirici
- Paralel - Paralel / Transrezistans Kuvvetlendirici

Yükseltilmesi istenen parametrenin gerilim veya akım, çıkışta elde edilmesi beklenen parametrenin ise gerilim veya akım olması durumuna göre dört temel geri besleme topolojisi bulunmaktadır. Bu geri besleme çeşitleri giriş ve çıkışın devreye bağlanış şekli ile ifade edilmektedir. Şekil 3.a'da geçiş iletkenliği yükseltici olarak bilinen seri-seri geri besleme, 3.b'de geçiş direnci yükseltici olarak bilinen paralel-paralel geri besleme, 3.c'de akım yükseltici olarak bilinen paralel-seri geri besleme ve 3.d'de gerilim yükseltici olarak bilinen seri-paralel geri besleme yapıları gösterilmektedir.

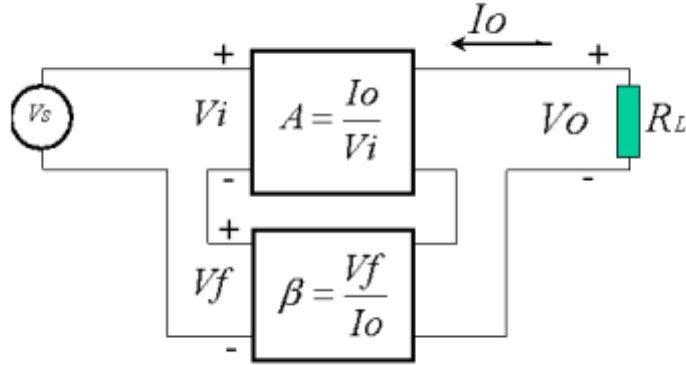


Şekil 3. Geri besleme topolojileri

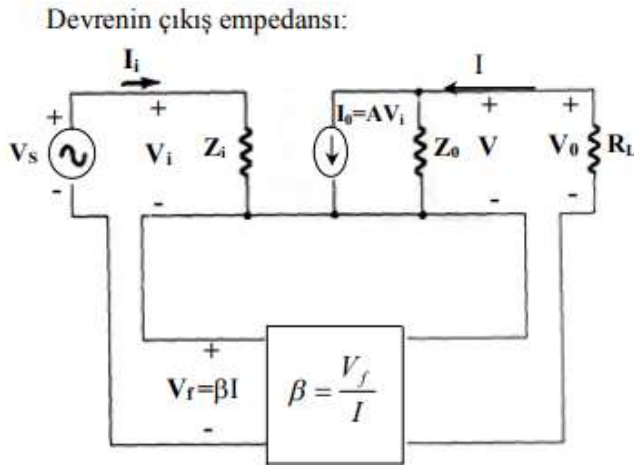
5.1.2.1 Seri Seri Geri Besleme

Şekil 4'te verilen geçiş iletkenliği yükseltecinin geri beslemeli kazancı:

$$A_{gf} = \frac{I_o}{V_s} = \frac{A_g}{1 + B_Z A_g} \quad (5.6)$$



Şekil 4. Seri seri geri besleme topolojisi



$V_s = 0$ old. için $V_i = -V_f$ olur.

$$I = \frac{V}{Z_o} + AV_i = \frac{V}{Z_o} - AV_f = \frac{V}{Z_o} - A\beta I$$

$$\Rightarrow Z_o(1 + \beta A)I = V$$

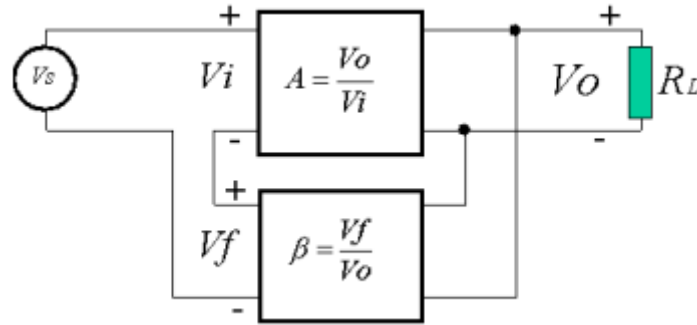
$$\Rightarrow Z_{of} = \frac{V}{I} = Z_o(1 + \beta A)$$

Görüldüğü gibi, çıkış empedansı $(1 + \beta A)$ kadar artış göstermiştir.

5.1.2.2 Seri Paralel Geri Besleme

Şekil 5'te verilen geçiş direnci yükseltecin geri besleme yokken kazancı:

$$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} \quad (5.7)$$



Şekil 5. Seri paralel geri besleme topolojisi

Geri besleme sinyalinin varlığı durumunda:

$$V_i = V_s - V_f \quad (5.8)$$

Geri besleme devresinin katsayısını da kullanırsak geri beslemeli toplam kazanç:

$$A_{vf} = \frac{A_v}{1 + B_v A_v} \quad (5.9)$$

Tablo 1. Geri beslemeli yükselteçlerin transfer fonksiyonları

Geri Besleme Yükselteci	Giriş Sinyali	Çıkış Sinyali	Transfer Fonksiyonu	Giriş Direnci	Çıkış Direnci
Seri-Seri	Gerilim	Akım	$A_{gf} = \frac{I_o}{V_s} = \frac{A_g}{1 + B_z A_g}$	$R_s(1 + B_z A_g)$	$R_o(1 + B_z A_g)$
Seri-Paralel	Gerilim	Gerilim	$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{A_v}{1 + B_v A_v}$	$R_s(1 + B_v A_v)$	$\frac{R_o}{1 + B_v A_v}$

5.2 Deney Öncesi Yapılacaklar

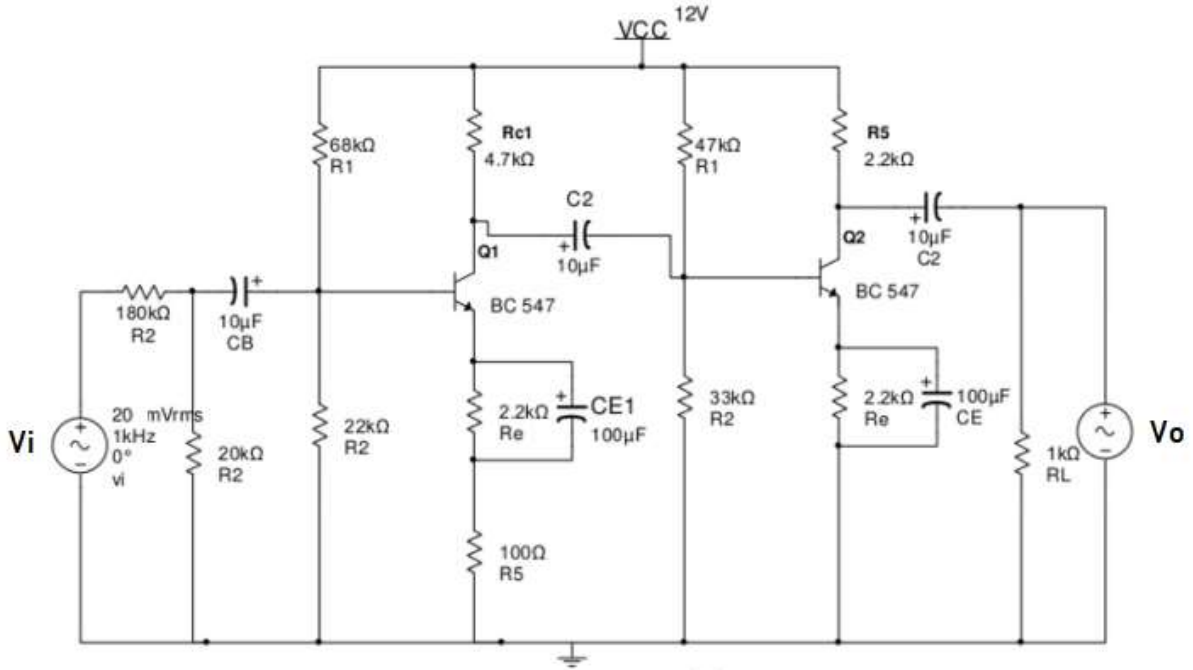
1. Şekil 6 ve Şekil 7'deki devrelerin giriş çıkış işaretlerini simülasyon programı yardımıyla çizdiriniz. Elde ettiğiniz grafiklerden devrenin kazancını ve geri besleme kazancını Tablo 1'de verilen formüller ile hesaplayarak rapora yazınız.

İpucu: Devrede geri besleme yokken bulunan kazanç devrenin kazancı A, geri besleme varken bulunan kazanç ise geri besleme kazancı A_f'ye denk gelmektedir. Simülasyon programında geri besleme türüne göre çizdireceğiniz giriş ve çıkış işaretlerini Tablo 1'den yararlanarak çizdiriniz.

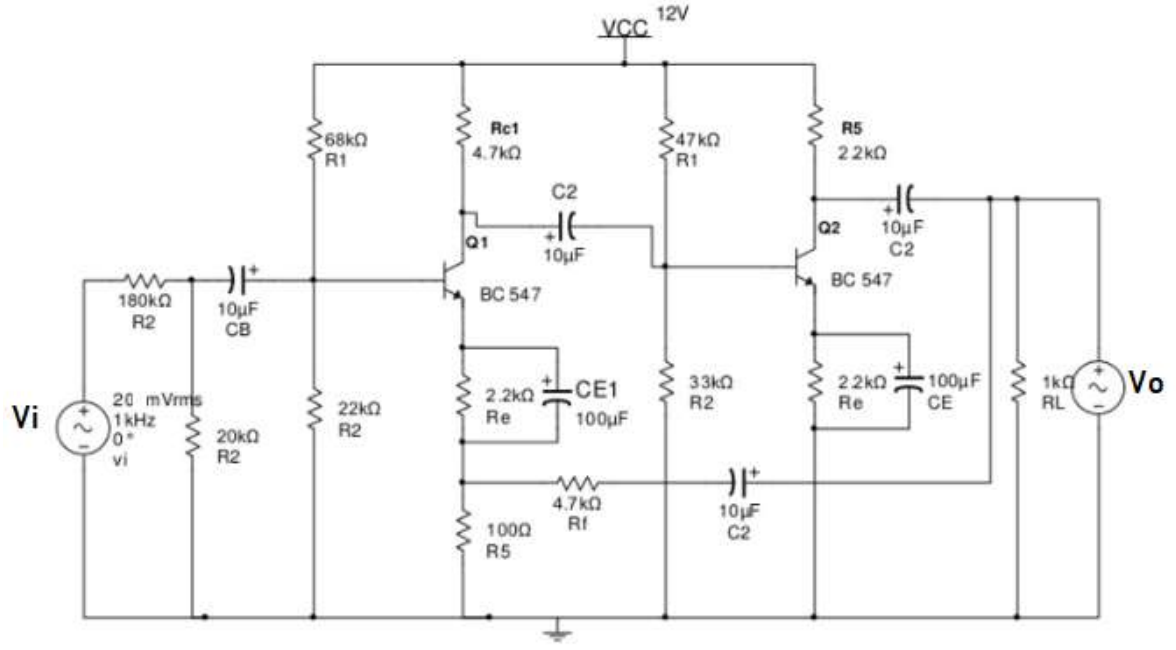
5.3 Deneyin Yapılışı

1. Şekil 6'daki devreyi kurunuz. $V_i = 20\text{mV}/1\text{kHz}$ giriş işaretini devreye uygulayınız. Devrenin geri beslemesiz kazancını elde etmek üzere ölçtüğünüz çıkış sinyallerini grafiğe çizin. Çıkış sinyalini ile giriş sinyaline bölerek kazanç değerini elde ediniz.

2. Şekil 7 için 1. şıkkı tekrar ediniz.



Şekil 6. Geri besleme yokken seri-paralel geri besleme devresi



Şekil 7. Geri besleme varken seri-paralel geri besleme devresi

DENEY 6: GERİ BESLEME DEVRELERİ 2

Malzeme Listesi

Direnç: 1x 1k, 1x1.2k, 1x 4.7k, 1x15k, 1x47k, 1x68k

Kapasite: 3x22uF, 1x47uF

Transistör: 1x BC547

Bağlantı kabloları, board.

6.1 Genel Bilgiler

Tanım olarak, bir devrenin veya sistemin çıkışı, aynı sinyalin veya sistemin girişine, çıkış sinyali giriş sinyalini etkileyecek şekilde bağlandığında geri bildirimde bulunur. BJT devrelerinin yayıcı direnci ve op-amp devrelerinde geri besleme direnci ile bunun özel örnekleri görülebilir. Bu geri beslemelerin her birinde, kazan düşmüş olabilir, ancak cihaza ve / veya operasyonel parametrelere duyarlılık azaltılmıştır.

İki farklı geribildirim türü vardır:

Negatif geri besleme: Girişte görünen çıkışın bir kısmı giriş sinyalinin büyüklüğünü azaltma etkisine sahip olduğunda meydana gelir.

Pozitif geri besleme: Girişte görünen çıkışın bir kısmı giriş sinyalinin büyüklüğünü arttırdığında meydana gelir.

Pozitif geri besleme, osilatörlerin tasarımında kullanılır ve kasıtlı olarak devreye kararlılık verilmesi anlamına gelir. Bu koşullar altında, amplifikatör bir giriş sinyali olmadığında bile periyodik bir çıkış sinyali üretebilir. Bununla birlikte, çok daha yaygın olarak kullanılan negatif geribildirim tekniği aşağıdaki yükseltici özelliklerinin bir veya daha fazlasını kontrol edilmesine izin verir:

1. Kapalı döngü kazancı: Yükselteç kazancı, genellikle negatif geri besleme olmadan daha yüksektir.

2. Giriş ve çıkış empedansları: Bir yükseltecin giriş ve / veya çıkış empedansları, uygun bir geri besleme tekniği kullanılarak artırılabilir veya azaltılabilir.

3. Bant genişliği: Bir yükseltecin bant genişliği uygun geri besleme ile artırılabilir.

4. Gürültü: Cihazda ve devre bileşenlerinde veya harici girişimlerde dahili olarak oluşan gürültü nedeniyle istenmeyen sinyallerin etkisi en aza indirilir.

Negatif geri beslemenin sonuçları:

1- Frekans bozulmasının azaltılması: $\beta A \gg 1$ olan bir yükselteçte geri beslemeli kazanç $A_f = 1/\beta$ 'dir. Buradan, geri besleme devresinin tamamen dirençlerden yapılmış olması halinde temel yükselteç kazancı frekansa bağlı olsa bile geri beslemeli kazancın frekansa bağlı olmadığı ortaya çıkar. Pratikte frekansa bağlı olarak değişen yükselteç kazancı nedeniyle ortaya çıkan frekans bozulması, negatif geri beslemeli bir yükselteç devresinde önemli ölçüde azalır.

2- Gürültü ve doğrusal olmayan bozulmanın azalması: Sinyal geri beslemesi gürültü sinyalinin (güç kaynağı vınlaması gibi) ve doğrusal olmayan bozulmanın miktarını azaltma eğilimi gösterir. $(1 + \beta A)$ faktörü, hem giriş gürültüsünü hem de doğrusal olmayan bozulmayı önemli ölçüde azaltarak belirgin bir iyileşme sağlar. Ancak toplam kazancın da azaldığını belirtmek gerekir. Kazancı geri beslemesiz düzeye çıkarmak için ilave katların kullanılması halinde sisteme geri besleme yükseltecinin azalttığı kadar gürültü ekleneceği unutulmamalıdır. Daha yüksek bir kazanç ve daha az gürültü üretecek şekilde geri beslemeli yükselteç devresinin kazancını yeniden ayarlamak suretiyle bu problem bir ölçüde aşılabılır.

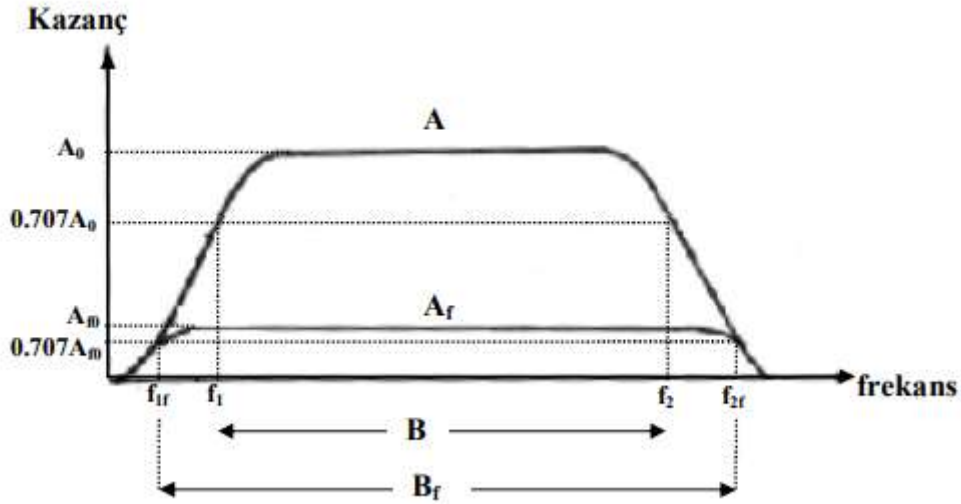
3- Kazanç ve band genişliği üzerinde etkisi:

Negatif geri beslemeli toplam kazanç;

$$A_f = \frac{A}{1 + \beta A} \quad (6.1)$$

$$BA \gg 1 \text{ için } A_f = \frac{1}{\beta} \quad (6.2)$$

Pratik bir yükselteçte (tek bir alçak ve yüksek frekans kesim noktasına sahip) aktif eleman ve devre kapasitanslarından dolayı yüksek frekanslarda açık çevrim kazancı düşmektedir. Kondansatörlere bağlı olarak yükselteç katlarında kazanç, alçak frekanslarda da düşebilir. Açık çevrim kazancı A , yeteri kadar azaldığı ve βA çarpanı 1'den çok büyük olmadığı zaman $A_f = 1/\beta$ ifadesi geçerliliğini yitirir.



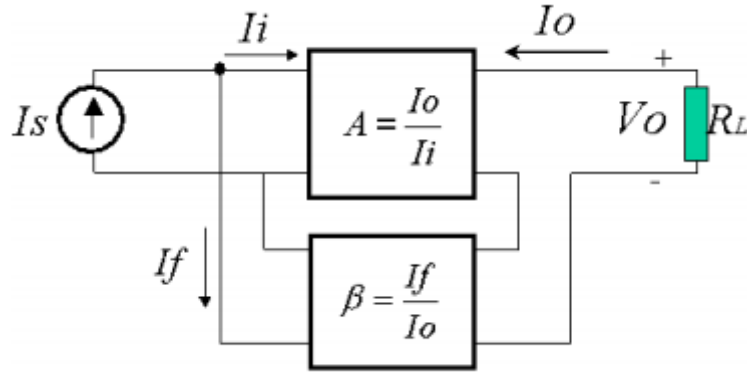
Şekil 1. Negatif geri beslemenin kazanç ve band genişliğine etkisi

Şekil 1'de görüldüğü gibi üst 3 dB frekansı için negatif geri beslemeli yükselteç devresinde kazanç düşük olduğu için band genişliği artmaktadır.

6.1.1 Paralel Seri Geri Besleme

Şekil 2’de verilen geçiş direnci yükseltecinin geri beslemeli kazancı:

$$A_{if} = \frac{I_o}{I_s} = \frac{A_i}{1+B_i A_i} \quad (6.3)$$

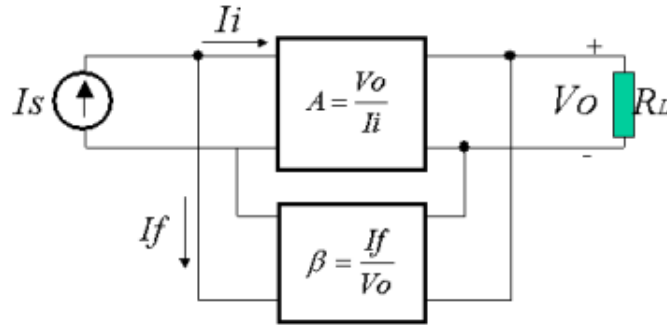


Şekil 2. Paralel seri geri besleme topolojisi

6.1.2 Paralel Paralel Geri Besleme

Şekil 3’te verilen geçiş direnci yükseltecinin geri beslemeli kazancı:

$$A_{if} = \frac{I_o}{I_s} = \frac{A_i}{1+B_i A_i} \quad (6.4)$$



Şekil 3. Paralel paralel geri besleme topolojisi

Tablo 1. Geri beslemeli yükselteçlerin transfer fonksiyonları

Geri Besleme Yükselteci	Giriş Sinyali	Çıkış Sinyali	Transfer Fonksiyonu	Giriş Direnci	Çıkış Direnci
Paralel-Seri	Akım	Akım	$A_{if} = \frac{I_o}{I_s} = \frac{A_i}{1 + B_i A_i}$	$\frac{R_s}{1 + B_i A_i}$	$R_o(1 + B_i A_i)$
Paralel-Paralel	Akım	Gerilim	$A_{if} = \frac{V_o}{I_s} = \frac{A_i}{1 + B_i A_i}$	$\frac{R_s}{1 + B_g A_z}$	$\frac{R_o}{1 + B_g A_z}$

6.2 Deney Öncesi Yapılacaklar

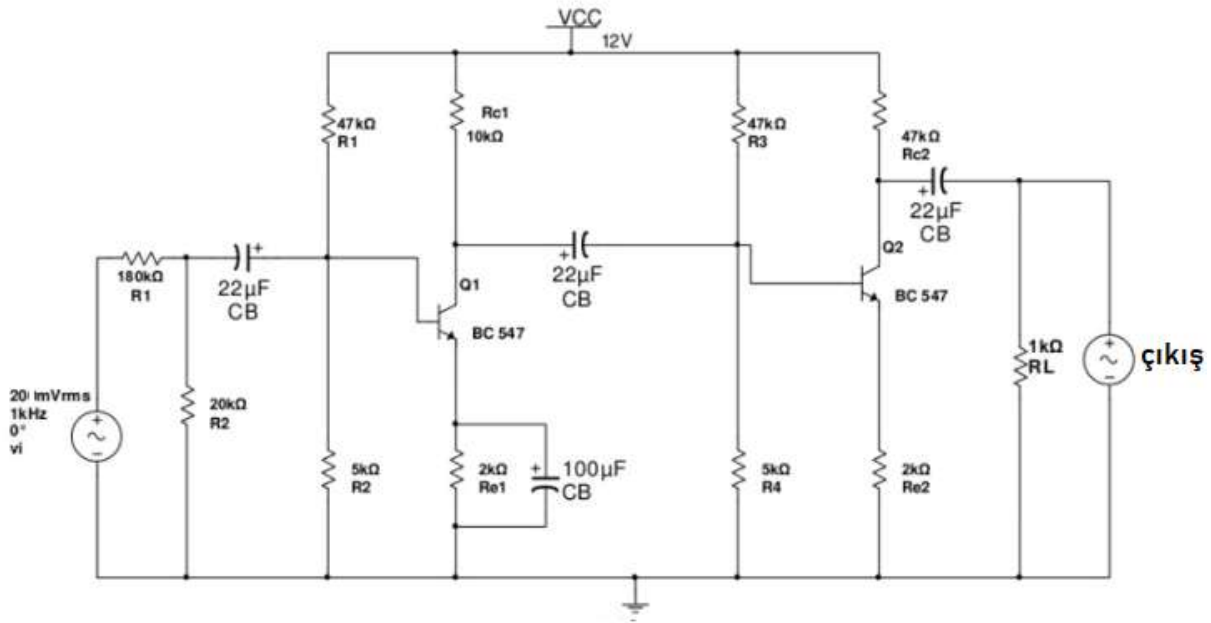
1. Şekil 4 , Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'deki devrelerin giriş çıkış işaretlerini simülasyon programı yardımıyla çizdiriniz. Elde ettiğiniz grafiklerden devrenin kazancını ve geri besleme kazancını Tablo 1'de verilen formüller ile hesaplayarak rapora yazınız.

İpucu: Devrede geri besleme yokken bulunan kazanç devrenin kazancı A, geri besleme varken bulunan kazanç ise geri besleme kazancı A_f 'ye denk gelmektedir. Simülasyon programında geri besleme türüne göre çizdireceğiniz giriş ve çıkış işaretlerini Tablo 1'den yararlanarak çizdiriniz.

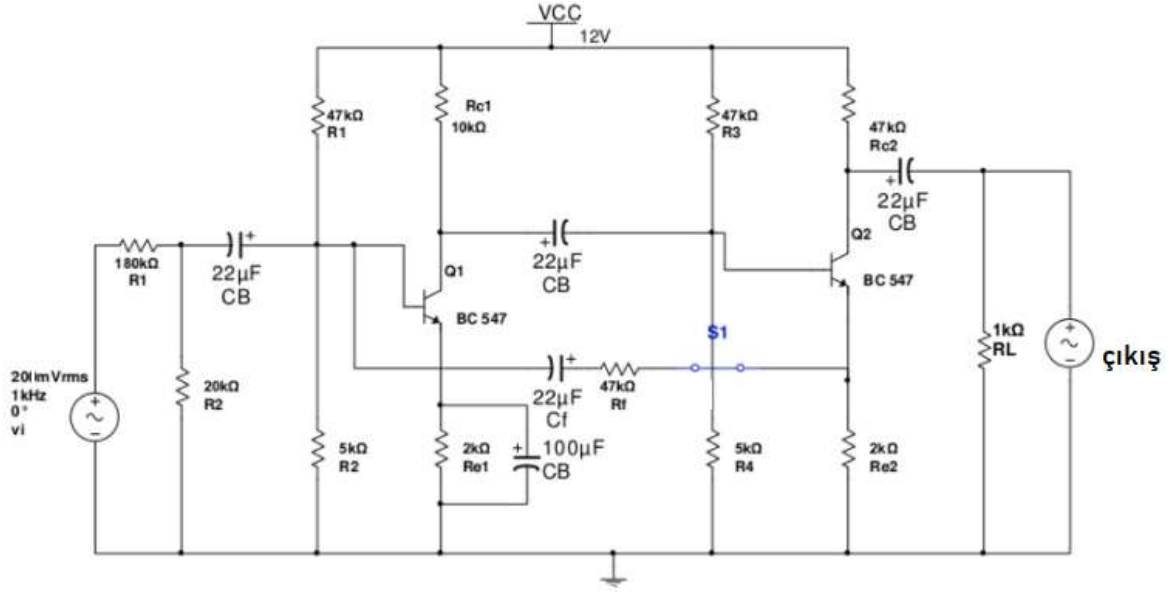
5.3 Deneyin Yapılışı

1. Şekil 6'daki devreyi kurunuz. $V_i = 20\text{mV}/1\text{kHz}$ giriş işaretini devreye uygulayınız. Devrenin geri beslemesiz kazancını elde etmek üzere ölçtüğünüz çıkış sinyallerini grafiğe çiziniz. Çıkış sinyalini ile giriş sinyaline bölerek kazanç değerini elde ediniz.

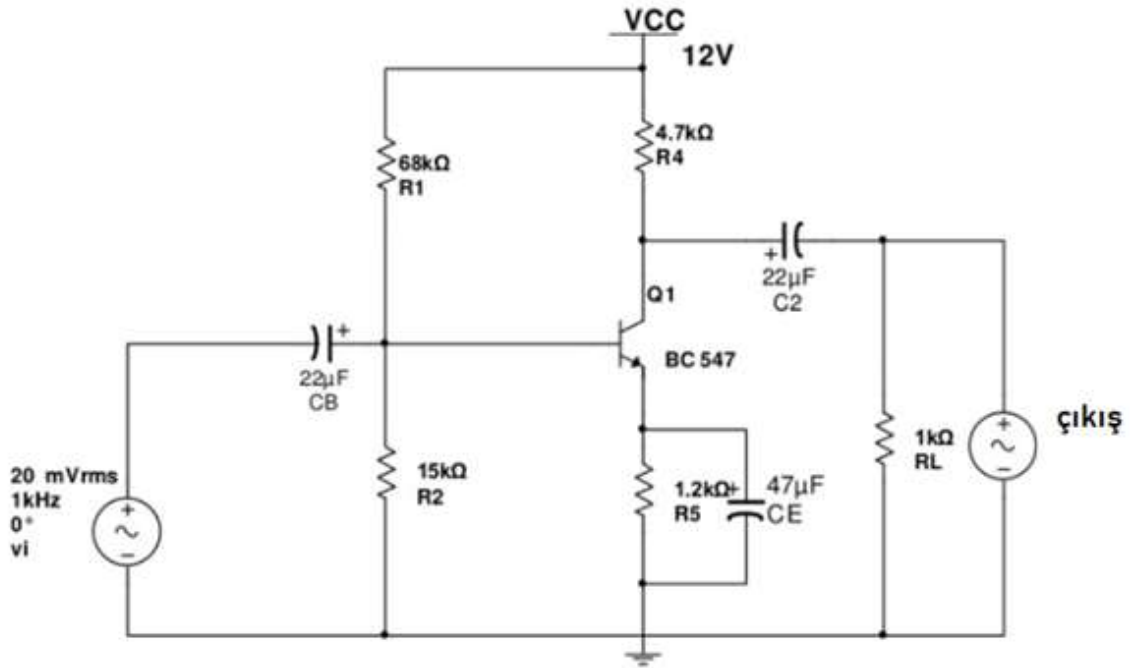
2. Şekil 7 için 1. şıkkı tekrar ediniz.



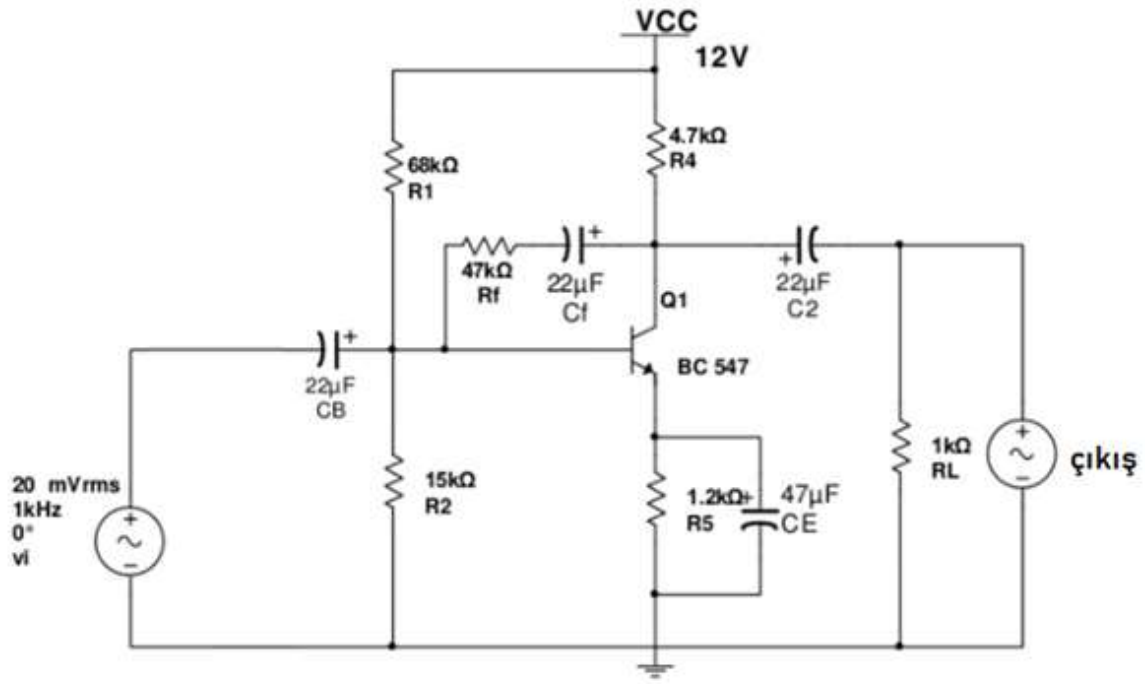
Şekil 4. Paralel seri yükselteç devresi



Şekil 5. Paralel seri geri beslemeli yükselteç devresi



Şekil 6. Paralel paralel yükselteç devresi



Şekil 7. Paralel paralel geri beslemeli yükselteç devresi