KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

ELK3009 ELEKTRONİK II LABORATUVARI

OSİLATÖRLER

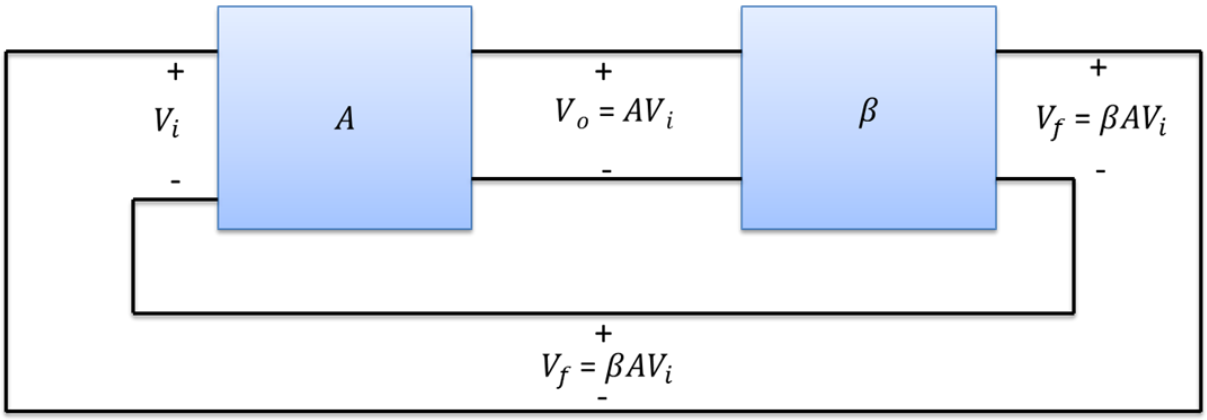
HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Osilatörlerin yapıları ve çalışma prensipleri hakkında bilgi veriniz.
2. Osilatörlerin kullanım alanları hakkında bilgi veriniz.
3. Mikroişlemcilerde ve haberleşme sistemlerinde osilatörlerin kullanımı ve önemi hakkında bilgi veriniz.
4. Deney föyünde verilen osilatörlerin frekans bağıntılarını ilgili denklemleri açıklayarak elde ediniz.

1 Osilatör

Kapalı döngü kazancı $|A_f|$, 1'den büyük olan, faz koşullarını sağlayan bir geribeslemeli yükselteçle sonuçlanan pozitif geribesleme kullanımı, devrenin osilatör olarak çalışmasını sağlar. Genel olarak bir osilatör devresi çıkışında zamanla değişen bir işaret oluşturur. Eğer çıkış gerilimi hızla bir gerilim seviyesine çıkar ve hızla bir gerilim seviyesine inerse devre genel olarak darbe veya kare dalga osilatör olarak adlandırılır. Eğer osilatör çıkışındaki işaret sinüs değişimine sahipse devreye sinüsoidal osilatör denir.

Bir geribesleme devresinin nasıl bir osilatör olarak davrandığını anlamak için Şekil 1. incelenebilir.



Şekil 1. Bir Osilatör Devresi Genel Blok Diyagramı

Yükseltecin girişinde oluşan bir V_i gerilimi yükselteç katından sonra $V_o = AV_i$ ve geribesleme katından sonra $V_f = \beta AV_i$ çıkış gerilimini oluşturur. Burada $V_f = \beta AV_i$ geribesleme gerilimi ve βA döngü kazancı olarak adlandırılır. Eğer yükselteç devresi ve geribesleme katında bulunan elemanlar doğru büyüklük ve faza sahip βA değeri verirse V_f değeri V_i değerine eşit yapılabilir, bu durumda geribesleme gerilimi V_f, yükselteç ve geribesleme devrelerini sürebilen ve döngü işlemini sürdürebilecek bir işaret olur.

İstenen bu özelliğin sağlanması için βA = 1 koşulu yerine getirilmelidir ve bu koşul osilasyon için *Barkhausen Ölçütü* olarak adlandırılır.

Gerçekte osilasyonu başlatmak için harici bir giriş işareti V_i uygulamak gerekmez, bu işaret, devreye besleme gerilimi V_{cc} bağlandığında oluşan elektron akımındaki yüklerin birbiriyle çarpışması sonucunda ortaya çıkan gürültü işaretleriyle sağlanabilir. Kendini sürdürebilen osilasyonların oluşması için sadece βA = 1 koşulu sağlanmalıdır. Pratikte βA > 1 yapılır ve sistem her zaman var olan gürültü gerilimini yükselterek osilasyona başlar.

Bir geribesleme devresinin, osilatör olarak çalışmayı nasıl sağladığını anlamanın bir diğer yolu, temel geribesleme denklemi olan;

$$A_f = A/(1 + \beta A)$$

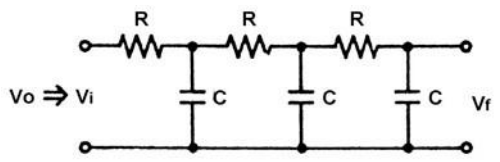
denkleminin incelenmesidir. Bu denklemde eğer βA = -1 veya βA = +1 ve 180^0 faz farkına sahip olduğunda payda sıfır olur ve geribeslemeli A_f kazancı sonsuz olur. Böylece sonsuz küçük bir işaret (gürültü işareti) ölçülebilir bir çıkış gerilimi verebilir.

1.2 R-C Faz Değiştirici Osilatör

Her bir RC bölümünün 60° faz-değişimine sebep olmasından dolayı, üç-bölümlü RC birimi 180° faz değişimi oluşturur. Geri besleme ağı tarafından oluşturulan 180° faz farkı, amplifikatör tarafından oluşturulan 180° faz farkı ile beraber toplam 360° (-βA) faz değişimi oluşturacaktır. Yeterli kazancın sağlanması durumunda, osilasyon üretilecek ve devamı sağlanacaktır.

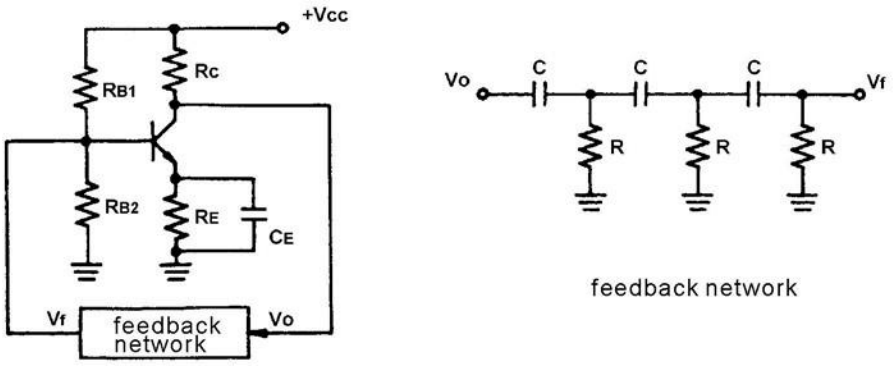
Şekil 2, faz-geciktirmeli faz-değişim RC birimini göstermektedir. Burada Vf ve Vo arasındaki faz değişiminin 180^0 olduğu frekansta osilasyon gerçekleşecektir. Bu frekans ise

$$f\ o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$ formülüyle verilir.



Şekil 2. RC faz değişim networku

R-C birimi üzerindeki kuvvetlendirme katsayısı ise osilasyon frekansı için -1/29 çıkmaktadır. Bu nedenle devredeki kuvvetlendiricinin kazancı 29 olmalı ve βA = -1 şartı sağlanmalıdır.



Şekil 3. RC Faz değişim osilatörü

1.3 Wien –Köprü Osilatör

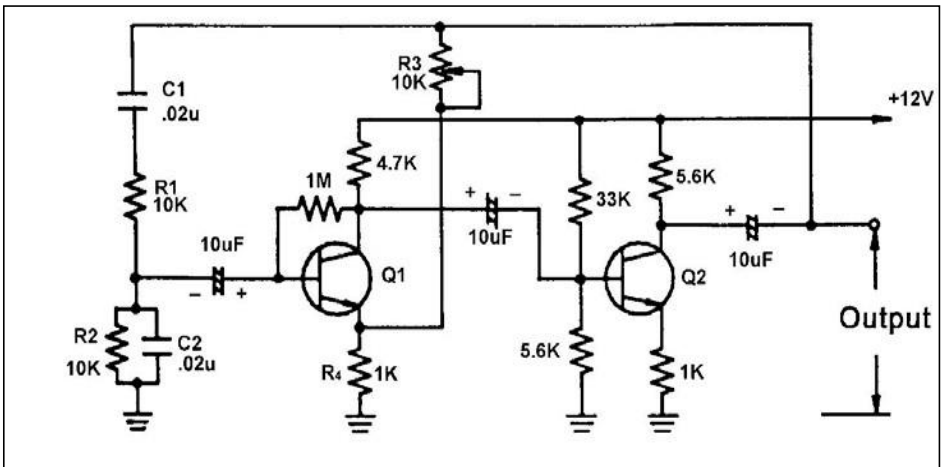
Şekil 4'te gösterilen devre diyagramında, iki geri besleme birimi bulunmaktadır. Bunlar R1C1 ve R2C2 pozitif geri besleme birimi ile R2 ve R3 negatif geri besleme birimleridir. Negatif geri besleme devresi osilasyon frekansından bağımsızdır, ancak βA değeri 1'den küçük olmaması için negatif geri besleme miktarı pozitif geri besleme miktarından fazla olmamalıdır. Devredeki pozitif geri besleme miktarının negatif geri besleme miktarından büyük olması durumunda devrede osilasyon oluşacak ve osilasyon frekansı;

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{R1C1R2C2}}$$

şeklinde hesaplanabilir. R1=R2 ve C1=C2 seçilirse

$$fo = \frac{1}{2\pi RC}$$

ile formülüze elde edilir.



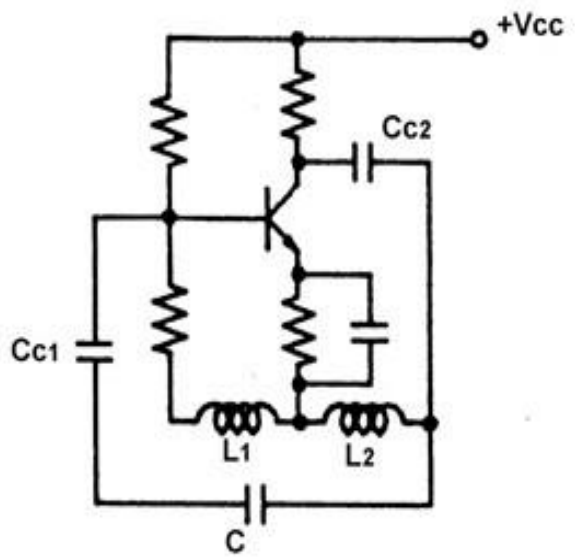
Şekil 4. Wien-Köprü Osilatörü

1.4 Hartley Osilatör

Şekil 5' te verilen devre Hartley Osilatör devresi olarak adlandırılmaktadır. Geribesleme devresi L_1 ve L_2'nin seri ve C 'nin bu elemanlara paralel bağlanması ile elde edilir. Geri besleme birimi devresi toprak noktası L1 ve L2'nin orta noktasında bulunmaktadır ve Cc2 kapasitörü (AC toprak) üzerinden toprağa bağlanmaktadır. Geri besleme gerilimi L_1'in iki terminalinden alınmaktadır. Amplifikatör tipik CE amplifikatör devresinden oluşmaktadır. Bu devrenin osilasyon frekansı;

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}C}}$$

denklemiyle formülüze edilir ve bu formülde L_{eq}=$L_1 + L_2 + 2M$ ve M=L_1 ve L_2 arasındaki ortak endüktansı göstermektedir.



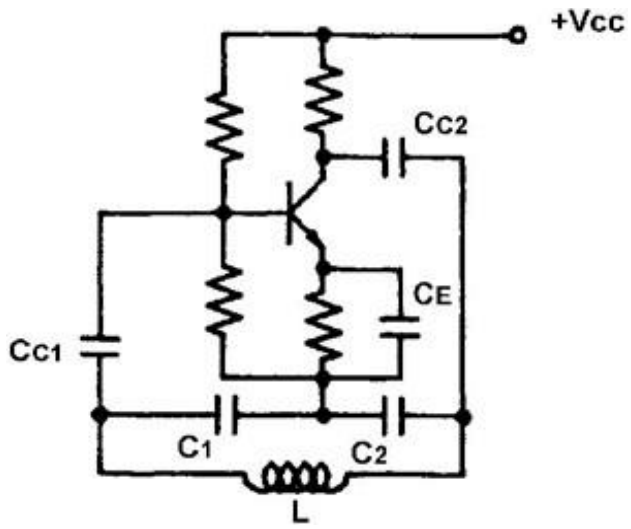
Şekil 5 Hartley Osilatörü

1.5 Colpitts Osilatör

Şekil 6' da verilen devre Colpitts Osilatör devresi olarak adlandırılmaktadır. Geri besleme birimi LC osilasyon tank devresi ile beraber çalışmaktadır, burada C_1 ve C_2 ortasından toprağa bağlanmıştır. Osilasyon frekansı

$$fo = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_{eq}L}}$$

denklemiyle formülüze edilir ve burada $C_{eq} = C_1 x C_2/(C_1 + C_2)$ şeklinde verilir. RFC (radyo frekans boğucu) güç kaynağı devresinde kolektöre seri bağlanarak osilasyon esnasında üretilen sinyalin DC güç kaynağına (AC toprağa) gidip kaybolmasının engellenmesinde kullanılır. Devrede kullanılan amplifikatör tipik CE amplifikatördür.



Şekil 6 Colpitts Osilatörü

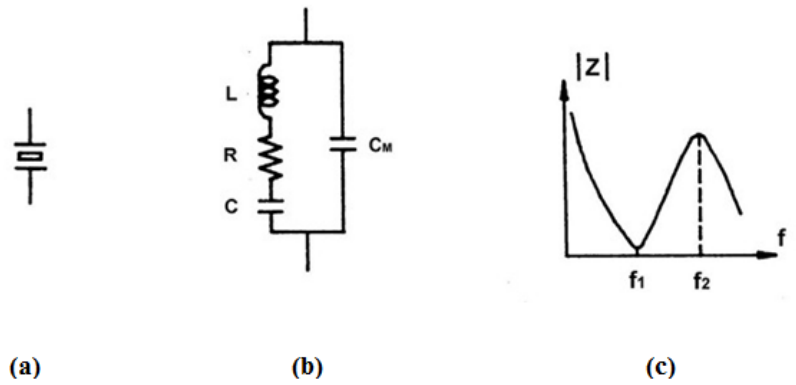
1.6 Kristal Osilatör

Kristal osilatörlerde kristalin yüksek Q faktörü ve piezo elektrik etkisinden faydalanılır ve sabit frekanslı osilasyon sinyali elde edilir.

Kristale gerilim uygulanması durumunda, kristalde mekanik bir stres oluşmakta ve titreşim meydana gelmektedir. Bu titreşim genişleme ve açılmaya sebep olmaktadır. Kristaldeki titreşim etkisiyle oluşan açılma ve genişleme sebebiyle yüzeyde AC gerilimi oluşmaktadır. AC gerilim frekansı da kristaldeki vibrasyon frekansına bağlı olmaktadır.

Kristal osilasyonunun iç sürtünmeler sebebiyle enerji gerektirmesi sebebiyle bu osilasyon bir süre sonra zayıflayacak ve sonunda duracaktır. Bununla beraber enerjinin sürekli sağlanması halinde kristal osilasyonu muhafaza edilebilir.

Kristalin elektriksel sembol, eşdeğer devresi ve karakteristik eğrisi Şekil 7. deki gibidir.

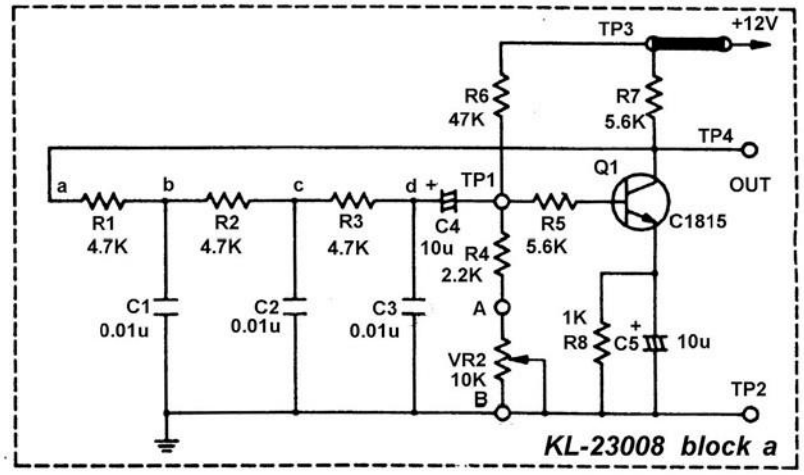


Şekil 7. Kristalin a) Elektriksel sembolü, b) Eşdeğer devresi ve c) Karakteristik eğrisi f1: Seri Rezonans, f2: Paraler Rezonans

Şekil 7'de gösterilen eşdeğer devre ve karakteristik eğrisinde görüldüğü gibi quartz kristali osilatörlerde seri ve paralel rezonans durumlarında kullanışlı olmaktadır.

2. Deneyin Yapılışı

2.1 R-C Faz Değiştirici Osilatör



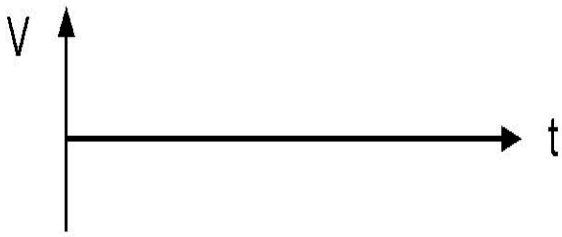
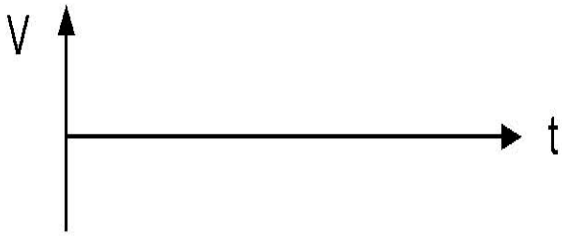
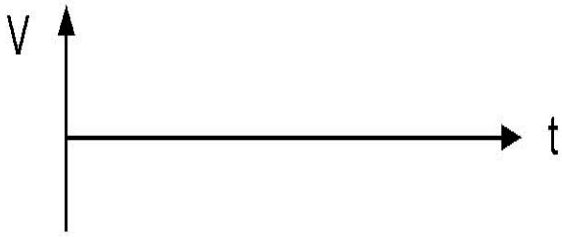
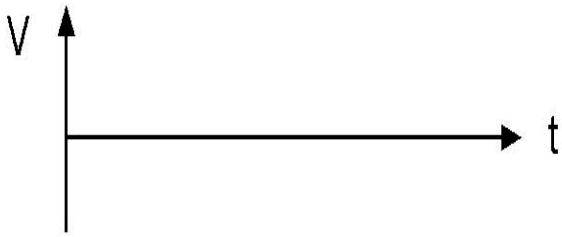
Şekil 8 RC Faz Değiştirici Osilatör

a) Şekil 8'e bakarak kısa-devre klipsini yerleştiriniz ve 23008-blok a kısa-devre klips ayarları diyagramını kullanınız.

b) Osiloskop kullanarak çıkış terminali dalga formunu ölçünüz, daha sonra VR2 'yi (VR10K) ayarlayarak çıkış terminalinin sinüzoidal çıkış vermesini sağlayın ve kayıt alınız

c) Osiloskop kullanarak sırasıyla Vb, Vc ve Vd dalga formlarını ölçün. Fazlarını göstererek kayıt alın.

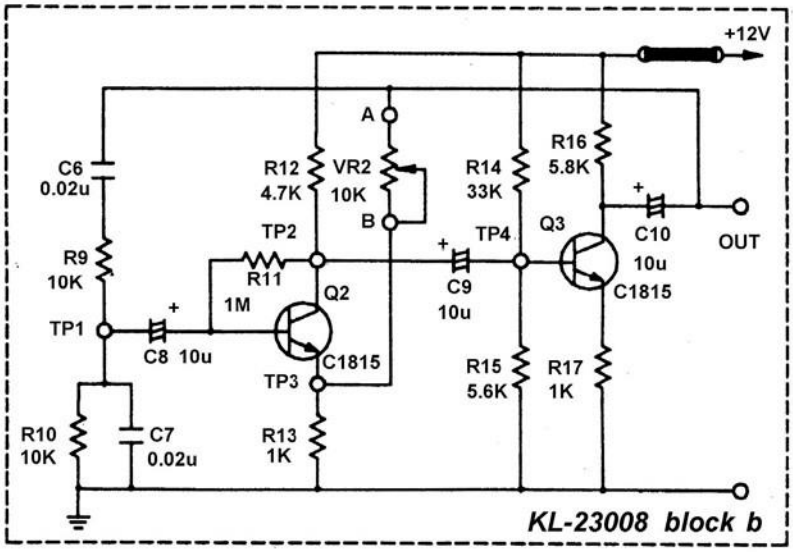
d) Deney sonuçlarını Tablo 1 e işleyerek her bir gerilim değeri için faz ilişkisini kıyaslayınız.

waveform	phase
V_{OUT} 	$V_m \sin\omega t + 0°$ $\omega = 2\pi f$
V_b 	$V_{m1} \sin\omega t + \theta 1$ $\theta 1 = ?$
V_c 	$V_{m2} \sin\omega t + \theta 2$ $\theta 2 = ?$
V_d 	$V_{m3} \sin\omega t + \theta 3$ $\theta 3 = ?$

Tablo 1

2.2 Wien-Köprü Osilatör

a) Şekil 9'u ve 23008-blok b kısa-devre klips ayarları diyagramını kullanarak kısa-devre klipsini yerleştiriniz.

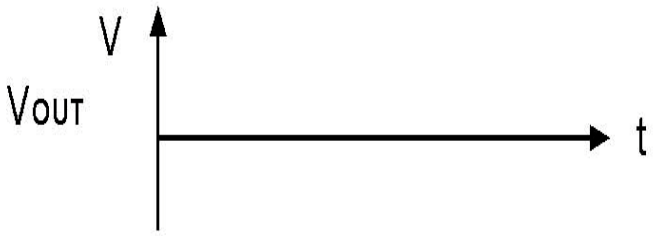
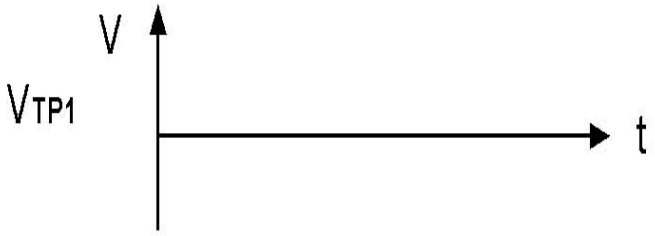
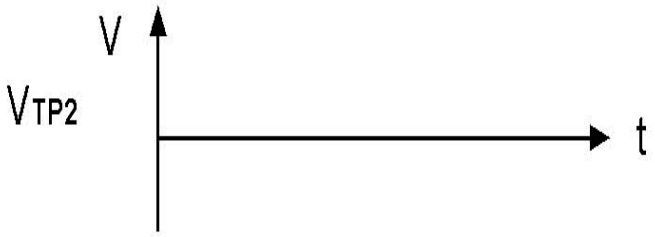
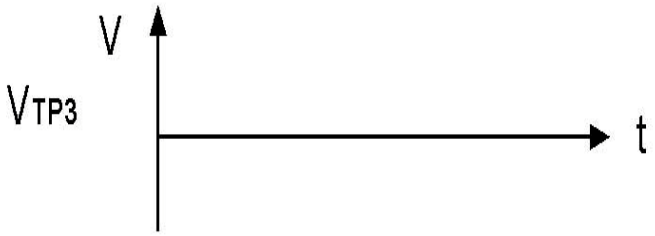


Şekil 9 Wien-Köprü Osilatörü

b) Osiloskop kullanarak çıkış terminali dalga formunu ölçünüz, daha sonra çıkış terminalinin sinüsoidal çıkış vermesini sağlayacak şekilde VR2 (VR10K)' yı ayarlayınız.

c) Osiloskop kullanarak sırasıyla TP1, TP2 ve TP3 dalga formlarını ölçün. Fazlarını göstererek kayıt alın.

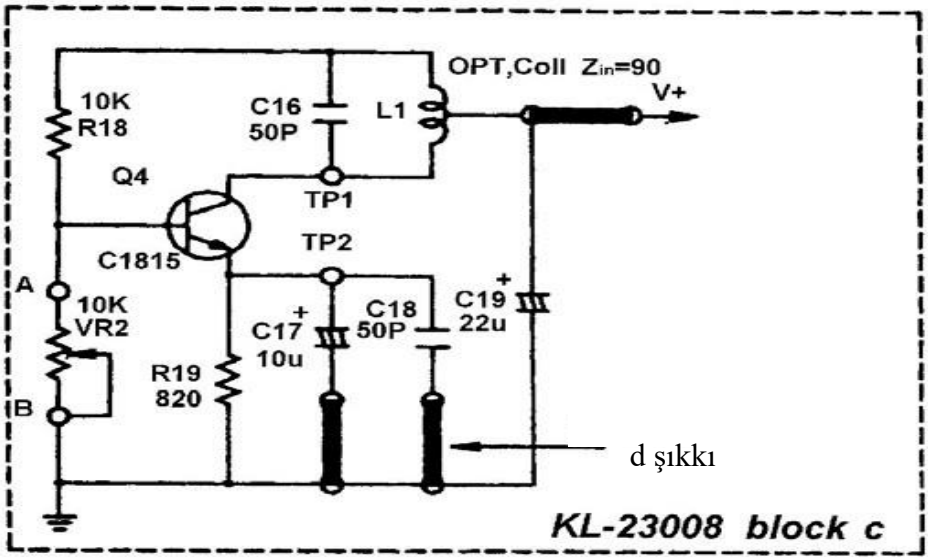
d) Deney sonuçlarını Tablo 2'ye kayıt ederek her bir gerilim arasındaki faz ilişkisini kıyaslayınız.

waveform	phase
	$V_m \sin\omega t + 0°$ $\omega = 2\pi f$
	$V_{m1} \sin\omega t + \theta 1$ $\theta 1 = ?$
	$V_{m2} \sin\omega t + \theta 2$ $\theta 2 = ?$
	$V_{m3} \sin\omega t + \theta 3$ $\theta 3 = ?$

Tablo 2

2.3 Hartley Osilatör

a) Şekil 10 ve diyagram 23008-blok c'den faydalanarak kısa-devre klipsini yerleştiriniz (İlk olarak C17 bağlanacak).



Şekil 10 Hartley Osilatörü

b) Güç kaynağını bağlayarak gerilimi 3V—18V arasında ayarlayınız. (İlk olarak 18V ayarlanmalıdır.)
c) Osiloskop kullanarak sırasıyla TP1 ve TP2 değerlerini ölçünüz daha sonra VR2 (10KΩ) ayarlayarak osilatörden sinüzoidal çıkış elde edilmesini sağlayınız.
d) C17'yi devreden kaldırarak C18 i devreye alın.
e) Basamak (c)'yi tekrarlayınız.
f) Güç kaynağı gerilimini yavaşça azaltın ve güç kaynağı gerilim değerini osilatörün duracağı değerlerde gözleyiniz.

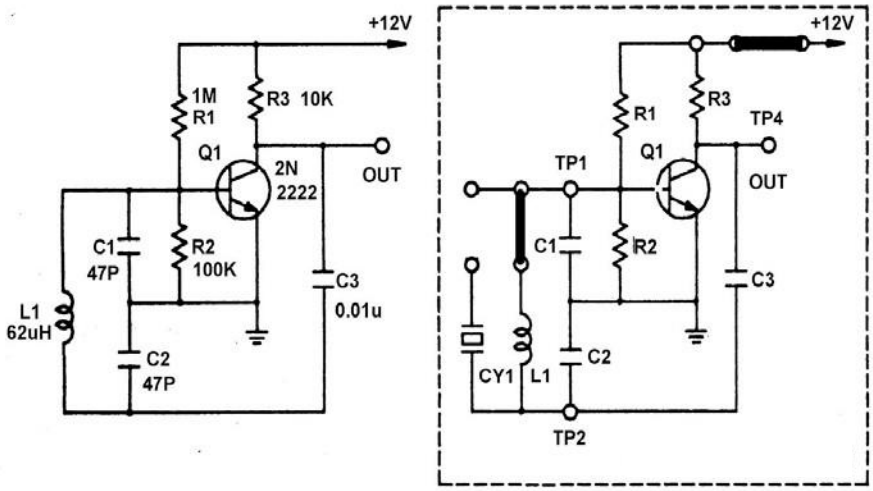
g) Deney sonuçları Tablo 3'e kayıt edin.

C_E	Vcc=12V	
	10u	50P
TP1	Vp-p= f =	Vp-p= f =
TP2	Vp-p= f =	Vp-p= f =

Tablo 3

2.4 Colpitts Oslatör

a) Şekil 11 ve diyagram 23009-blok a.1.'den faydalanarak kısa-devre klipsini yerleştiriniz.



Şekil 11 Colpitts Osilatörü

b) Osiloskop kullanarak çıkış terminali dalga formunu ölçünüz

c) Deney Sonuçları:

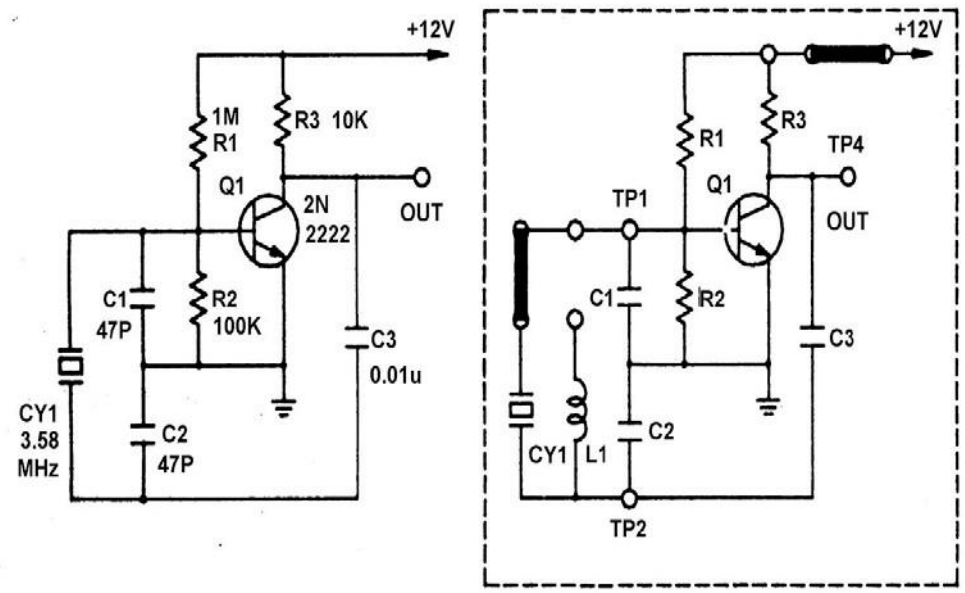
Vout (p-p) =

f =

f değeri teorik değerine yakın mıdır : ?

2.5 Kristal Osilatör

a) Şekil 12 ve diyagram 23009-blok a'den faydalanarak kısa-devre klipsini yerleştiriniz.



Şekil 12 Kristalli Osilatör

b) Osiloskop kullanarak çıkış terminali dalga formunu ölçünüz

c) Deney Sonuçları:

Vout (p-p) =

f =