



MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

0-1 MHz Ayarlanabilir Fonksiyon Jeneratörü Tasarımı

2022

E2E361 COMMUNICATION SYSTEMS I

Ders Sorumlusu

Dr. Öğr. Üyesi Cihat ŞEKER

0-1 MHz Ayarlanabilir Fonksiyon Jeneratörü

Muhammet Emin Karakoç
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Baskı devre ve lehimler
1910216041@ogrenci.karabuk.edu.tr

Yusuf Can Aydın
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Şematik ve Pcb Tasarımı
1910216024@ogrenci.karabuk.edu.tr

Halit Can Şen
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Lehim ve Baskı Devre
2010216066@ogrenci.karabuk.edu.tr

Onur Gündüz
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Literatür Taraması ve Örnek Çalışmalar
1910216003@ogrenci.karabuk.edu

Umut Baran Polat
Elektrik Elektronik Mühendisliği
Literatür Taraması ve Raporlama
110216002@ogrenci.karabuk.edu.tr

Özet

Bu raporda aranan frekans aralığında fiziksel olarak osilatör tasarımı ve üretiminin aşamaları raporlanmıştır. 1.bölümde, osilatör, sinyal, frekans, genlik, osilasyon kavramları açıklanıp projeye alakalı literatür taramalarından bahsedilmiştir. 2. bölümde, yapılan literatür araştırmasından elde edilen verilerin gözlemlerle karşılaştırılması ve yaşanan problemler sonucunda alınan kararlar. 3.bölümde, karşılaştırılan devrenin tasarımı, üretimi ve test aşamasında alınan ölçümler analiz edilmiştir.

Anahtar Sözcükler osilatör, sinyal, frekans, entegre, pot, tantal kondansatör,

GİRİŞ

Bölüm 1

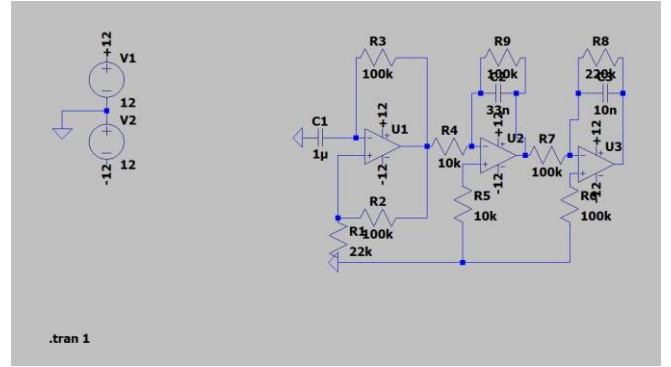
Sinyal fiziksel dünyada, bir sistemde yaşanan zamandaki veya uzaydaki değişimi bize gösterir. Video, ses, resim, haberleşme, radar, tıbbi, ve müzik alanlarında da sinyal terimi çeşitli ifadeleri de içermektedir. Elektrik sinyalinin bir genliği ve zamana bağlı olarak değişebilen aralıkları bulunduğu için, grafiksel gösterimi bir dalga karakteristiği gösterir. Bu yüzden, dalgalar için kullanılan genlik ve frekans gibi kavramlar, elektrik sinyali için de geçerlidir.

- Sinyalin saniyedeki tekrar sayısına frekans denir.
- Zamanda salınan sinyalin dikey ekseninde yine zamana bağlı olarak aldığı değişken değerlere genlik denir.
- Belirli frekans değerleri aralığında belirli modlarda (sinus, üçgen ve kare dalga) çalışabilen, geri beslemesi yardımıyla çıkıştaki sinyali kendi sinyaliymiş gibi üretebilen elektronik devreye osilatör (sinyal jeneratörü) denir.
- Zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti belirli bir frekansta değişen elektrik sinyallerine osilasyon denir.

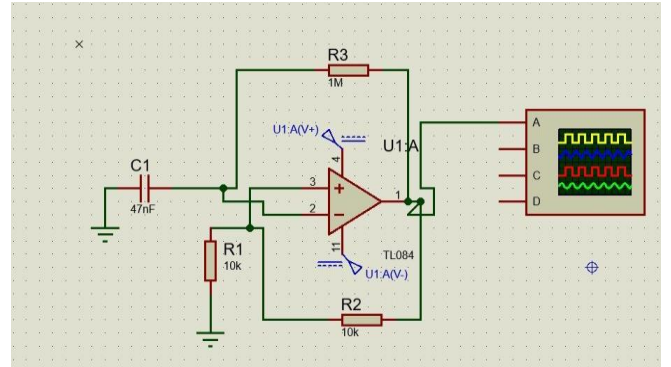
- Gerekli görülen literatür taraması çeşitli kaynaklardan sağlanmıştır. Kaynakça bölümünde belirtilmiştir

Bölüm 2

Bu literatür taramasına istinaden çeşitli sinyal jeneratörleri incelendi. Transistör ve op-ampli devreler ile sinyal jeneratörü tasarımının mümkün olduğu tespit edildi.

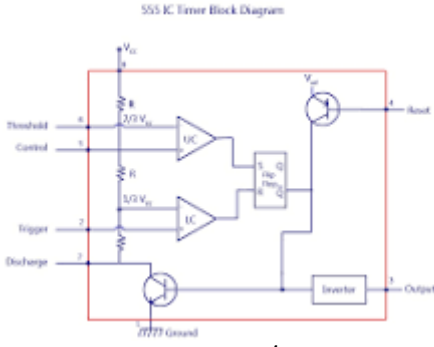


Şekil 1.1 Op-Amp ile Sinyal Jeneratörü Tasarımı

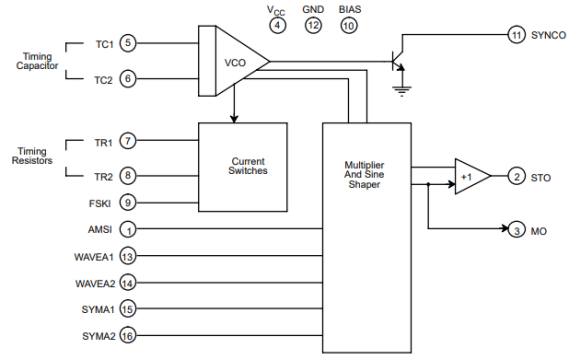


Şekil 1.2 Op-Amp ile Multivibrator tasarım denemesi

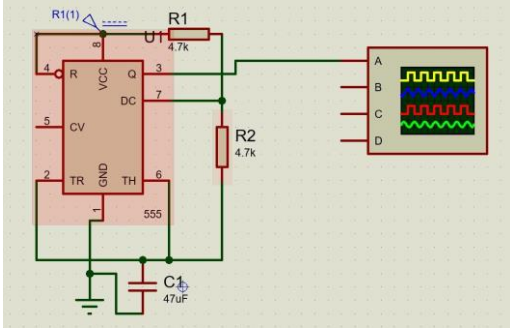
Transistör ve op-ampli devreler ile sinyal jeneratörü tasarımının mümkün olduğu tespit edildi ancak gözlemler sonucu entegreli devrelerin bu işlemler için daha stabil ve uygun sonuçlar vereceği öngörüldü. Tasarıma entegreli devreler ile devam edileceği kararlaştırıldı. Literatür taramasından elde ettiğimiz sonuçlar yardımıyla 555 entegresini deneme kararı alındı.



Şekil 1.3 555 Entegresinin İç Devresi



Şekil 2.1 XR2206 Blok Diagram



Şekil 1.4 555 Entegreli Bir Multivibrator Tasarımı

İstenilen frekans aralığında çıkış vermediği için aynı zamanda duty cycle da yaşanan bozulmalardan kaynaklı bu entegrenin kullanılmayacağına karar verildi.

Literatür araştırılması ve elde edilen gözlemler yardımıyla XR2206CP entegresini deneme kararı alındı.

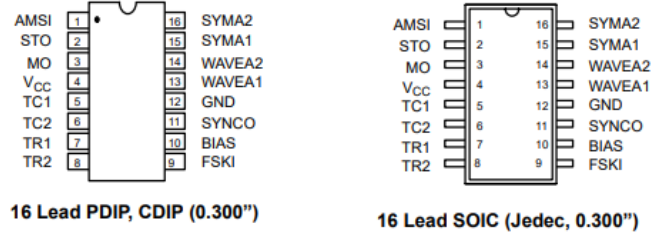
XR2206 Entegresi

XR2206 entegresi sinyal jeneratörü entegresidir. Aynı zamanda AM(Amplitude Modulation), FM(Frequency Modulation ve FSK (Frequency Shift Keying) jeneratörü olarak da çalışabilir.

Entegre EXAR firmasının ürettiği yukarıda bahsedilen modülasyon tekniklerinin yanında sinus,kare ve üçgen sinyal de üretebilmektedir.

Pin Dağılımları

Pin dağılımları ile ilgili tablo ve entegrenin farklı paketlerinin pin dağılımları aşağıda gösterilmiştir.



16 Lead PDIP, CDIP (0.300")

16 Lead SOIC (Jedec, 0.300")

Şekil 2.2 Pin dağılımları

Yukarıda solda verilen paket tipi DIP baskılarda kullanılan paket tipidir yani bizim kullandığımız paket türüdür. Üretim aşamalarında da bahsedeceğimiz gibi klasik ve acemice olan asitli üretim tekniğiyle elimizde ürettiğimizden dolayı ve hava istasyonlu havayamız olmadığı için SMD yerine DIP üretim yaptık. Sağ taraftaki paket tipi SOIC SMD üretim yapılacağı zaman tercih edilmesi gereken paket tipidir.

Pin Açıklamaları

AMSI

Açılımı "Amplitude Modulating Signal Input" yani yukarıdaki başlıklarda da bahsettiğimiz gibi AM yapmak istersek bu girişten bir sinyal uygulamamız gerekir. Bizim uygulamamızda sadece entegrenin carrier olarak kullanacağı sinus sinyaline ihtiyaç olduğu için bu pini direkt referans yani GND'ye bağlayarak çıkışta sadece carrier yani sinus sinyalini aldık.

STO

"Sine or Triangle Output" yani sinus veya üçgen sinyal çıkışlarını aldığımız pindir.

MO

“Multiplier Output”. Çıkış genliğini ayarladığım potun bağlandığı pindir.

VCC

Tüm entegreler ve elektronik sistemlerin çalışması için gereken enerjinin girişi. Entegremiz 7-12 V arası çalışabilen sistemi 9V pil ve pil yuvasını bulmak kolay olduğundan ve denemelerimiz sonucu en optimum değerlerden biri olduğundan 9V girişle çalıştırdık

TC1

TC1 ve TC2 pinleri sonraki başlıklarda da anlatacağımız frekans ayarlamaları için kullanılan pinlerdir. İkisini bir ele almamızın nedeni birbirlerine bağlanmaları aralarında sadece istenilen frekans değerine göre bir kapasitörün bağlı olmasıdır. Bu iki pinin arasına bağlanan kapasitörün değerine göre frekansda artış veya azalış gözlemleriz.

TC2

Yukarıda bahsettiğimiz gibi zamanlama frekansları sayesinde frekans ayarlamada kullanılıyor.

TR1

TC pinlerinde olduğu gibi bu pin çıkışına takılan bir direnç ve 2 potansiyometre sayesinde frekans hesabında bulunan direnç ifadesinin karşılığı ayarlanabilmektedir. Potansiyometrelerden biri ince ayar bir diğer nispeten daha büyük ayarlar yapmamıza yararmaktadır. Bu nedenler bir tanesi 50K ohm diğeri 100K ohm seçilmiştir.

TR2

FSKI

“Frequency Shift Keying” modülasyonu için kullanılan çıkıştır. Bu modülasyonla bir işimiz olmadığından dolayı pini boş bıraktık.

BIAS

“Internal Voltage Reference” yani entegrenin iç sisteminin ihtiyaç duyduğu referans noktasını tanımlamada kullanıyoruz. Herhangi bir parazit

oluşmaması için bir kapasitörün üzerinden geçirerek GND yani 0V referans noktasına çekiyoruz.

SYNCO

Normal şartlarda entegrenin senkronizasyonu için kullanılan bu pin sistemle aynı frekansta çalışan bir kare sinyal ürettiği için kare sinyal çıkış pini olarak kullandık. Blok diagramda da görebileceğimiz gibi devrenin bu ucu aslında bir transistörün collector bacağıdır. Bu transistörün çalışabilmesi için bir pull up direnci ile VCC pinine çıkış yapmamız gerekmektedir. Bir yükseltici olarak çalışan bu transistörün ortak source topolojisinde çalışan bir yükselteç olduğunu tahmin ediyoruz.

GND

Devrenin – giriş pini.

WAVEA1

Sinus ve üçgen dalga çıkışı için dalga tipi seçmede kullandığımız pinlerden bir tanesi bu pin ile WAVEA2 pinini birbirlerine bir direnç vasıtasıyla bağlarsak eğer STO pininden sinus, çıkışı bağlamazsak üçgen dalga elde ederiz.

WAVEA2

Yukarıdaki pinde açıklaması yapılmıştır.

SYMA1

Simetrik dalga ayarı içindir. Kullanılmadı.

SYMA2

Simetrik dalga ayarı içindir. Kullanılmadı.

Elektriksel Karakter

Besleme Aralıkları

Kullandığımız entegre seri olarak XR2206-CP olduğu için kaynaklar kısmında eklediğimiz datasheetin XR2206-CP için yazılan bilgilerini kullanmamız gerekiyor. Bu bilgiler ışığında besleme gerilim aralığımızı 10 ile 26 V arasında belirleyebileceğimizi ve maksimum 20 mA akım çekeceğini öğrenmiş oluyoruz.

Osilatör Aralıkları

Devrede yukarıda ve frekans hesabında anlattığımız direnç ve kapasitör aralıklarının sınır ve minimum değerlerini de yine datasheetten okuyarak öğrenebiliriz. Bu değerlerin direnç için 1-2000K ohm arasında olduğunu kapasitör içinse 0.001uF ile 100uF arasında değişebileceğini -ki bu değişim frekansa etki ediyor- anlıyoruz.

Sağlıklı Çalışma Aralığı

Entegrenin sağlıklı çalışabilmesi için sıcaklık aralığının 0-70 °C arasında olması gerekmektedir. Eğer toplu üretim gibi bir durum söz konusu olursa da entegreler -65 ile 150 °C arasında saklanması gerekmektedir.

$$\frac{1}{(155.1k * 0.0022uF)} = 2930 \text{ Hz}$$

$$\frac{1}{(155.1k * 0.0001uF)} = 6447 \text{ Hz}$$

Hata Payı

Teorik hesaplamalar ile devreyi kurduktan sonra ki testlerimize elde ettiğimiz sonuçlar arasındaki tahmini hata payı hesabı :

$$\frac{|1.3 - 1.9|}{1.3} * 100 = \%46.15$$

Teorik Hesaplamalar

TR1-TR2 Arası Potansiyometrelerin Minimum Değerlerine Karşılık Gelen Frekans Hesaplamaları

Düşük frekanstan yüksek frekansa doğru hesapladığımızda:

$$\begin{aligned} \frac{1}{5.1K * 10uF} &= 19 \text{ Hz} \\ \frac{1}{5.1k * 1uF} &= 196 \text{ Hz} \\ \frac{1}{5.1k * 0.047uF} &= 4171 \text{ Hz} \\ \frac{1}{(5.1k * 0.0022uF)} &= 89126 \text{ Hz} \\ \frac{1}{(5.1k * 0.0001uF)} &= 1.9 \text{ MHz} \end{aligned}$$

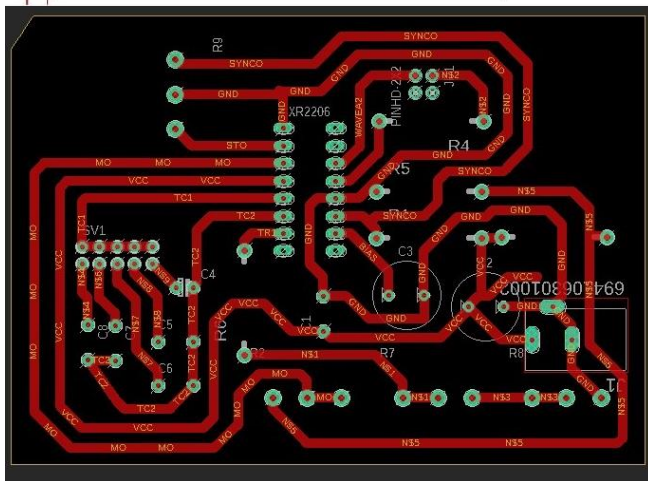
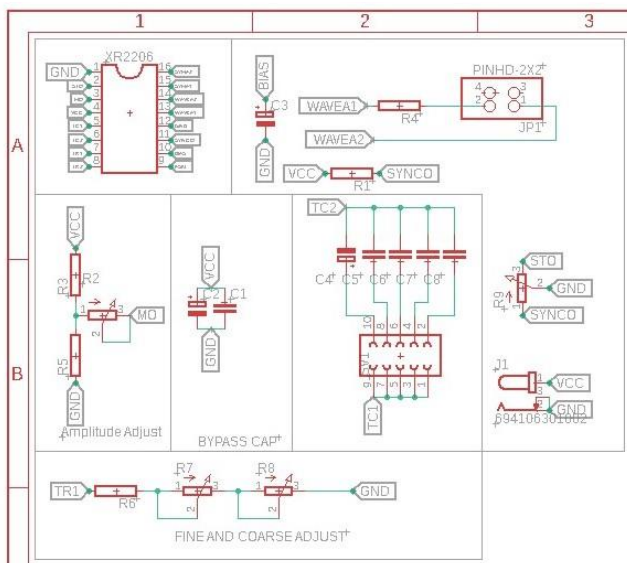
TR1-TR2 Arası Potansiyometrelere in Maksimum Değerlerine Karşılık Gelen Frekans Hesaplamaları

$$\begin{aligned} \frac{1}{155.1K * 10uF} &= 0.644 \text{ Hz} \\ \frac{1}{155.1k * 1uF} &= 6.4 \text{ Hz} \\ \frac{1}{155.1k * 0.047uF} &= 137 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Üretim Aşamaları

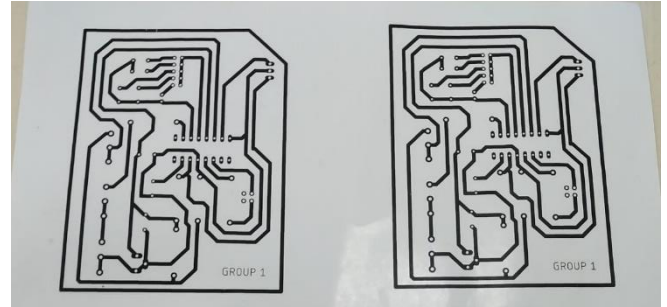
Şematik ve PCB çizimi

Şematik ve pcbnin çizimleri için Autodesk Eagle uygulamasını ve bu uygulamanın kendi kütüphanesini kullandık. Labellar sayesinde şematik çizimini basitleştirdik ve daha düzenli bir çalışma gerçekleştirdik. Çeşitli pin eşitlemeleri için sembolik olarak bacak boyları aynı olan komponentler kullandık. Örneğin R9 direncini devrenin sinyal çıkışları için kullandık.



Üretim Aşamaları

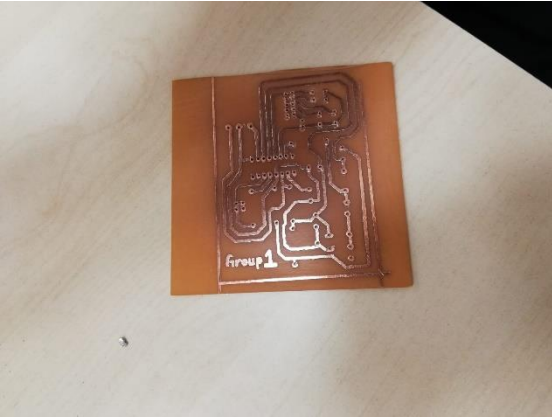
Yapılan çizimler üzerinden baskı devre yapmak için Eagle programı ile hazırladığımız baskı devre çizimi kuşe kağıda çıkarılır ve bakır plak et üzerine yerleştirilerek devrenin çizimini bakır plak et üzerine geçirmek için ütü işlemi yapılır.



Ütü işlemi sonrası bakır levha üzerine çıkan baskının eksik kısımlarını asetat kalem ile tamamlıyoruz ve sonrasında hazırladığımız hidrojen peroksit (H_2O_2) – Tuzruhu karışımına plaketimizi daldırıyoruz. Bu karışım 1-6 oranındadır.



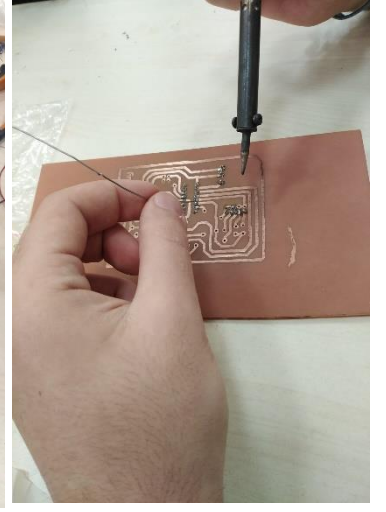
Karışıma daldırma sonrasında plaketin çizili kısımları dışındaki bakır kısımlar eridikten sonra plaketin üzerindeki siyah kalan kısımları bir tel yardımı ile temizliyoruz ve sonrasında aşağıdaki resimdeki gibi bir baskı devreye sahip oluyoruz.



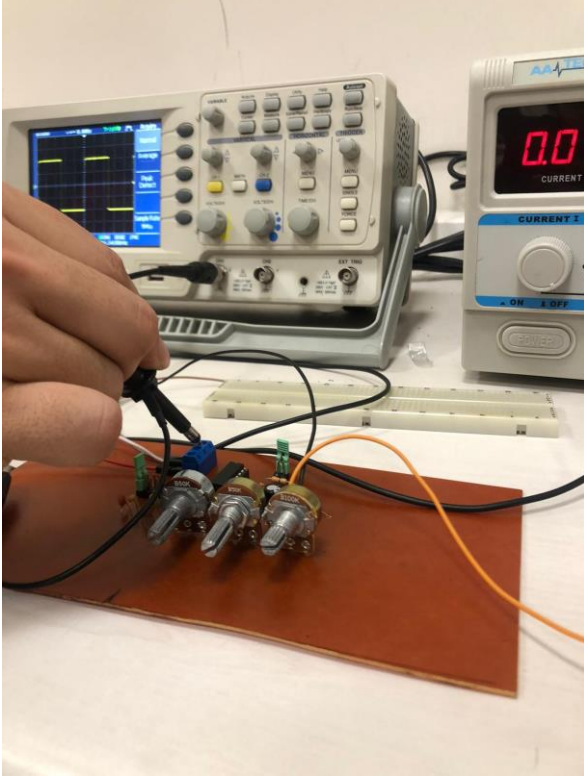
Sonraki aşamada plakette belirlediğimiz noktalara devre elemanları için gerekli delikleri açıyoruz



Gerekli delikler açıldıktan sonra devre elemanlarını yerleştirip elemanlarını lehimleme işlemi devreye lehimliyoruz.



Tüm devre elemanlarını doğru bir şekilde lehimlendikten sonra devremizi gerekli ölçümler için güç kaynağına bağlayıp, osiloskop ile devremizin ürettiği sinyal değerlerini ölçüyoruz.



Kaynakça

Kaynakça

- [1] Behzad Razavi , “FUNDAMENTALS OF MICROELECTRONICS 2nd Edition” Jhon Wiley and Sons International Rights, Inc , of 111 River Street, Hoboken, NJ 0700, U.S.A. December 2011, s. 641-667
- [2] <https://www.elektrikport.com/universite/osilator-nedir-cesitleri-nelerdir-3-bolum/11436#ad-image-0>
- [3] <https://www.alldatasheet.com/>
- [4] <https://elektrikportal.com/>
- [5] Delton T. Horn “Oscillators Simplified with 61 Projects” TAB BOOKS Inc., U.S.A. 1987
- [6] <https://www.instructables.com/DIY-FunctionWaveform-Generator/>
- [7] <http://temrinlerim.org/index.php?topic=75.msg75#msg75>
- [8] <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/op-amp-and-transistor-analog-square-wave-oscillator-design/>