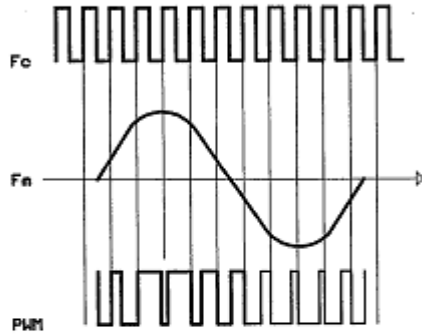


DENEY: 5.1
PWM (PULSE WIDTH MODULATOR)
DARBE GENİŞLİK MODÜLATORÜNÜN
İNCELENMESİ (741)

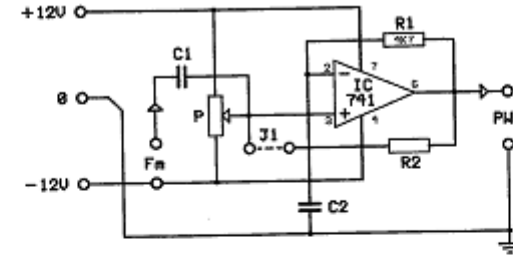
HAZIRLIK BİLGİLERİ:

Taşıyıcı sinyalin darbe genişliğinin bilgi sinyali ile değiştirilmesine "**Darbe Genişlik Modülasyonu**" (**PWM**) denir. Darbe genişlik modülasyonu yapılırken, taşıyıcı sinyal (**F_c**), bilgi sinyali (**F_m**) ve modüleli sinyal (**PWM**) osilaskopta incelenirse Şekil 5.1.1'deki işaretler görülür.



Şekil 5.1.1

Modüleli sinyal incelenirse, genlik her zaman sabittir. Taşıyıcı sinyalin periyodunda pozitif ve negatif zamanlar eşit olmasına karşılık, bilgi sinyalinin pozitif alternansında modüleli sinyalin periyodunda, pozitifte geçen zaman büyür, negatifte geçen zaman küçülür. Bilgi sinyalinin negatif alternansında ise tam tersine, modüleli sinyal periyodunun negatif zamanı büyür, pozitif zamanı küçülür. Bilgi sinyalinin "0" ya da olmadığı anda, modüleli sinyalin periyodunda pozitif ve negatif zamanlar birbirine eşittir. Bir periyotluk kare dalga işarette, pozitif ve negatifte geçen zamanların eşit ya da farklı olmasının ayarlama özelliğine "**Duty Cycle**" denir.



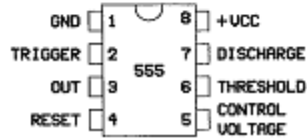
Şekil 5.1.2

Şekil 5.1.2'de işlemsel yükselteç ile yapılmış kare dalga osilatör görülmektedir. Osilasyon frekansını R2 direnci ve C2 kondansatörünün değeri belirler. Pozitif giriş ucunun (**3 nolu ayak**) polarması çıkış işaretinin duty cycle oranını değiştirir. J1 noktaları açık devre iken çıkış işaretinin pozitif ve negatifte geçen zamanları eşittir. İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucu polarması, pozitif yapılırsa modüleli çıkış işaretinin periyodunda pozitifte geçen zaman uzar, negatifte geçen zaman kısalır. İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucu polarması negatif yapılırsa modüleli çıkış işaretinin periyodunda, negatifte geçen zaman uzar, pozitifte geçen zaman kısalır.

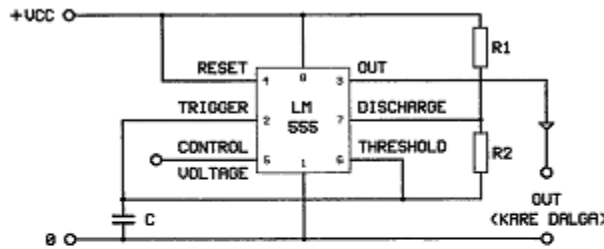
İşlemsel yükseltecin pozitif giriş ucuna bilgi sinyali (**F_m**) uygulanırsa P potansiyometresi ile yapılan işlem bilgi sinyali ile yapılmış olur. Çıkış ucunda darbe genişlik modülasyonu (**PWM**) işaret elde edilir. Bilgi sinyalinin genliğinin modüleli sinyalin duty cycle oranı doğru orantılı olarak değişir.

DENEY: 5.2
PWM (PULSE WIDTH MODULATOR)
DARBE GENİŞLİK MODÜLATORÜNÜN İNCELENMESİ (555)

LM 555 entegresi yaygın olarak kullanılan, kare dalga üreten, zamanlayıcı olarak kullanılabilen ve darbe genişlik modülasyonu (PWM) yapabilen entegredir. LM 555 entegresi kare dalga üretici olarak kullanılacaksa, kararsız multivibratör ya da tek kararlı multivibratör olarak çalışabilir. Bildiğimiz gibi kararsız multivibratör hiçbir giriş işareti olmadan kare dalga işaret üreten devrelerdir. Tek kararlı multivibratör ise dışardan bir tetikleme (**trigger**) işareti yok iken konumunu koruyan, tetikleme işareti uygulandığında çıkışında bir puls (**darbe**) üretilir bir zaman sonra başlangıç durumuna dönen multivibratördür. Darbe genişlik modülasyonu yapılırken LM 555 entegresinin tek kararlı multivibratör özelliği kullanılır. LM 555 entegresi 5-15V gerilim aralığında çalışabilir ve maksimum çıkış akımı 200mA'dır. Bu akım değeri oldukça yüksektir. Şekil 5.2.1'de LM 555 entegresinin ayak bağlantısı görülmektedir.



Şekil 5.2.1



Şekil 5.2.2

Şekil 5.2.2'de LM 555 entegresinin kararsız multivibratör olarak kullanıldığı devre görülmektedir. Devrenin çıkış işareti kare dalgadır. Osilasyon frekansı R1-R2 dirençleri ve C kondansatörünün değerine bağlıdır.

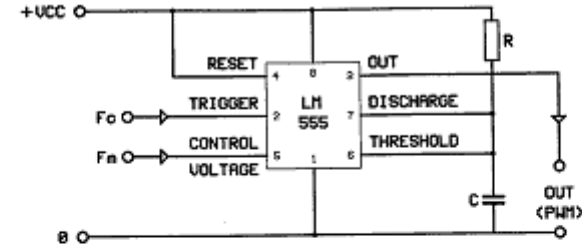
Kondansatör şarj zamanı (**t1**);

$$t_1 = 0.693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C \text{ dir.}$$

Kondansatörün deşarj zamanı (**t2**) ise;

$$t_2 = 0.693 \cdot R_2 \cdot C \text{ dir.}$$

Kondansatör uçlarındaki işaret incelenirse testere dişi işarettir. Kontrol gerilimi ucu (**5 nolu ayak**) 10nF bir kondansatör ile toprağa bağlanırsa oluşabilecek gürültü sinyalleri engellenir.



Şekil 5.2.3

Şekil 5.2.3'de LM 555 entegresinin tek kararlı multivibratör olarak kullanıldığı devre görülmektedir. Tetikleme (**trigger**) ucu dijital olarak "1" den "0" a geçtiğinde çıkış (**out**) ucunda bir darbe elde edilir. Çıkış ucunda elde edilen darbe genişliği (**T**);

$$T = 1,1 \cdot R \cdot C \text{ dir.}$$

Örnek olarak R=10K ve C=10nF ise;

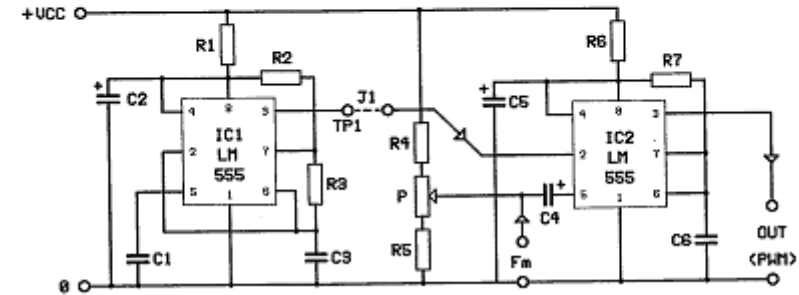
$$T = 1,1 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}$$

$$T = 110 \mu\text{S} \text{ (mikro saniye) dir.}$$

Buna göre çıkış işaretinin frekansı (**F**);

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1}{110 \mu\text{S}} = \frac{1}{110 \cdot 10^{-6}} = 9,09 \text{ KHz' dir.}$$

Eğer tetikleme ucuna frekansı 9,09KHz'den daha küçük frekanslı bir işaret var ise çıkış ucunda duty cycle %50 olan sinyal oluşur. Bilgi sinyali (**Fm**) kontrol gerilimi ucundan (**5 nolu ayak**) uygulanırsa, çıkış ucunda darbe genişlik modülasyonu (**PWM**) sinyal elde edilir.



Şekil 5.2.4

Şekil 5.2.4'de iki adet LM 555 entegre kullanılarak yapılmış darbe genişlik modülatörü görülmektedir. IC1 kararsız multivibratör, IC2 tek kararlı multivibratördür. IC1'in çıkış işareti olan (**3 nolu ayak**) kare dalga IC2'nin tetikleme ucuna (**2 nolu ayak**) uygulanmıştır. IC2'ye aynı anda kontrol gerilimi ucundan bilgi sinyali uygulanarak IC2 çıkışında giriş işaretinin her darbesine karşılık bir darbe oluşur. Bu darbenin duty cycle oranı P potansiyometresi ile istenen orana ayarlanır. IC2 kontrol gerilimi ucuna (**5 nolu ayak**) bilgi sinyali (**Fm**) uygulanırsa, IC2 çıkış ucundaki darbenin duty cycle oranı bilgi sinyaline bağlı değişerek darbe genişlik modülasyonu (**PWM**) işaret elde edilir.

LM 556 entegresi içinde iki adet LM 555 entegresi bulunmaktadır. LM 556 entegresi kullanılarak PWM işaret fiziki olarak çok küçük bir devre ile elde edilebilir. Darbe genişlik modülasyonunun iyi anlaşılması için deney setimizde iki adet LM 555 entegresi kullanılmıştır.

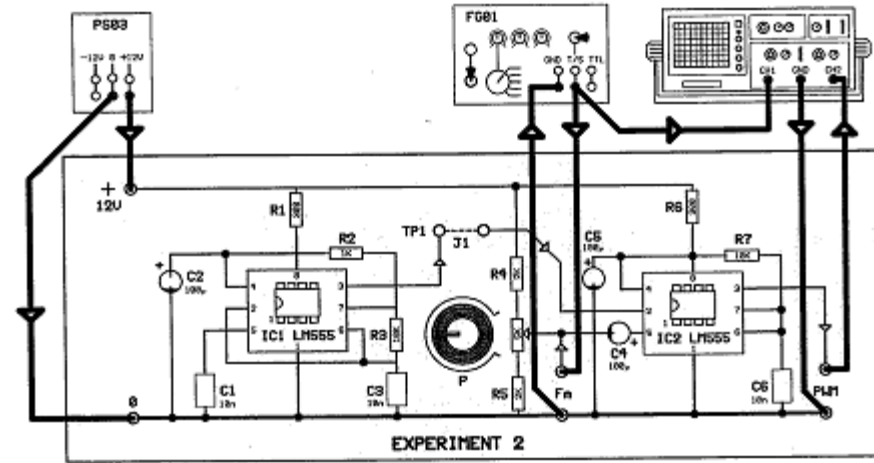
4- P potansiyometresi ile IC2 çıkış işaretinin duty cycle oranını "0"da geçen zamanı darbe zamanının yarısına ayarlayınız. Bilgi sinyali olarak sinüs, frekansı $F=1\text{KHz}$ ve genliği $V_{PP}=10\text{V}$ işaret uygulayınız. Çıkış ucundaki işareti çiziniz ve tanımlayınız.

Fm ————— →

PWM ————— →

DENEYİN YAPILIŞI:

Y-0024/005 modülünü yerine takınız. Devre bağlantılarını Şekil 5.2.5'deki gibi yapınız.



Şekil 5.2.5

1- J1 uçlarını açınız. Osilaskobun CH1 girişini TP1 noktasına alınız. TP1 noktası IC1 entegresinin çıkış ucu olduğuna göre IC1 nasıl çalışmaktadır? IC1 entegresinin çıkış ucundaki işareti tanımlayınız. İşaretin frekansını ve genliğini ölçünüz.

2- IC2 entegresinin çıkış ucunda nasıl bir sinyal vardır? Tanımlayınız.

3- J1 uçlarını kısa devre yapınız. IC2 entegresinin çıkış ucundaki işareti tanımlayınız. P potansiyometresini ayarlayınız. Çıkış ucundaki işaret nasıl tepki veriyor yazınız.