

Bölüm 11 PWM Modülatörleri

11.1 AMAÇ

1. $\mu A741$ kullanarak bir darbe genişlik modülatörünün gerçekleştirilmesi.
2. LM555'in karakteristiklerinin ve temel devrelerinin incelenmesi.
3. LM555 kullanarak bir darbe genişlik modülatörünün gerçekleştirilmesi.
4. Bir darbe genişlik modülatörünün değerlendirilmesi ve ölçülmesi.

11.2 TEMEL KAVRAMLARIN İNCELENMESİ

Darbe genişlik modülatörü(PWM), iletim için bir analog işareti dijital işarete çeviren modülasyon tekniğidir. PWM, ses işaretini (genliği değişen işaret), sabit frekans ve genliğe sahip bir darbeler dizisine çevirir. Ancak her darbenin genişliği ses işaretinin genliği ile orantılıdır. Fig. 11'de ses işareti ile PWM arasındaki ilişki gösterilmektedir.

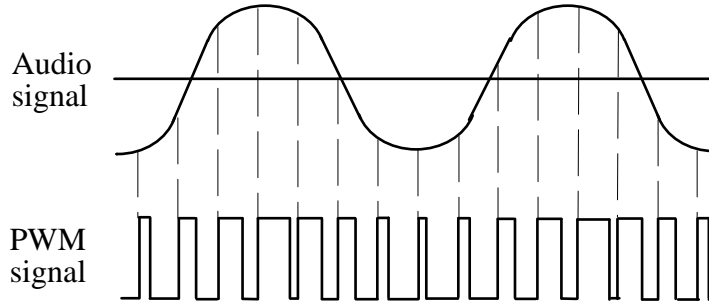


Fig.11-1 Ses ve PWM işaretleri arasındaki ilişki.

PWM işareti üretmek için, bir kare dalga üretici yada monostable multivibrator kullanılabilir. Fig. 11-2'de bir kare dalga üretici gösterilmektedir. Üreticinin çıkış darbe genişliği, R_2 , C_2 ve $V_{in}(+)$ elemanlarının değerleri ile belirlenir. $\mu A741$ işlemsel kuvvetlendiricisi, bir gerilim karşılaştırıcısı olarak görev görmektedir. $V_{in}(+)$ girişindeki(pin 3) referans gerilimi, R_1 ve VR_1 direnç değerleri ile belirlenir.

R_2 ve C_2 'nin oluşturduğu kombinasyon dolma ve boşalma için bir yol sağlar. Herhangi bir ses işareti uygulanmadığı zaman, $V_{in}(+)$ girişindeki DC referans gerilim seviyesi VR_1 değeri ayarlanarak değiştirilebilir. Eğer $V_{in}(+)$ girişindeki DC seviye sabit ve ses girişine bir ses işareti uygulanmış ise ses işareti sabit DC seviye ile toplanır ve referans gerilimi ses işaretinin değişimine göre değişir. Sonuç PWM işareti, karşılaştırıcı devresinin çıkışında oluşur.

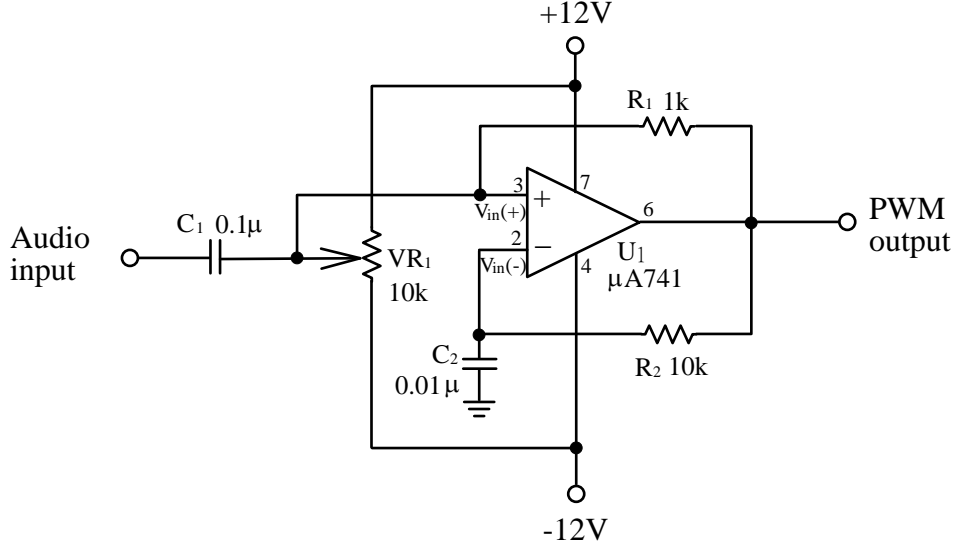


Fig. 11-2 $\mu A741$ kullanılarak gerçekleştirilen darbe genişlik modülatörü.

Fig. 11-3 ve Fig. 11-4'de LM555 zamanlayıcı entegresinin bağlantı diyagramı ve eşdeğer devresi gösterilmiştir. Beş ana bölümden oluşmaktadır; (1) daha düşük seviyeli karşılaştırıcı yada tetikleyici karşılaştırıcı; (2) daha yüksek seviyeli karşılaştırıcı yada kritik karşılaştırıcı; (3) flip-flop(FF); (4) boşalma tranzistörü; (5) çıkış sürücü devresi.

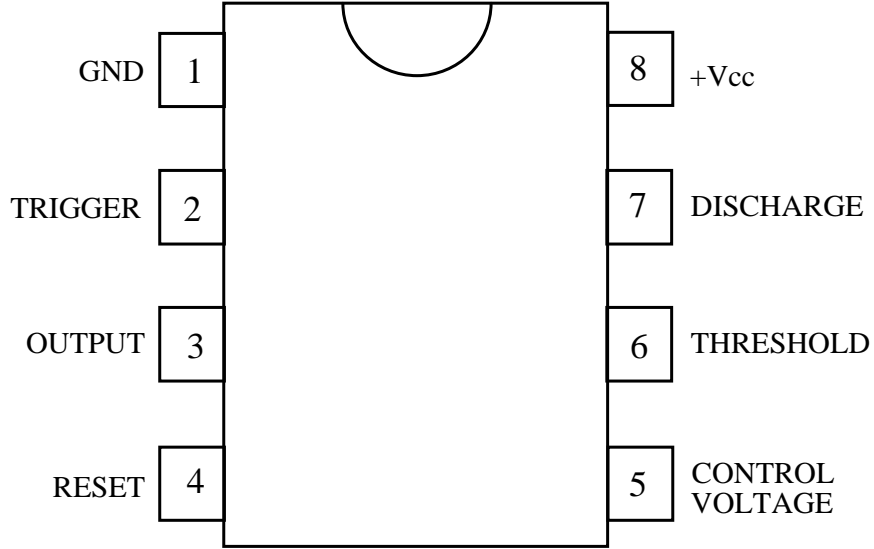


Fig. 11-3 LM 555 pin konfigürasyonu.

Eğer kontrol gerilim terminaline(pin 5) herhangi bir gerilim uygulanmadı ise, üst seviye ve alt seviye karşılaştırıcılarının referans gerilimleri sırası ile $2V_{cc}/3$ ve $V_{cc}/3$ 'dür. Bu referans gerilimleri, dışarıdan kontrol gerilim pinine

uygulanabilir. Pratik uygulamalarda, eğer dışarıdan uygulanan kontrol gerilimi mevcut değil ise, kontrol gerilim pini $0.01\mu\text{F}$ bypass kapasitesi üzerinden topraklanmalıdır.

Fig. 11-4'de LM555 zamanlayıcı entegresi ile gerçekleştirilen bir "astable multivibrator" devresi gösterilmektedir. Çıkış dalgası bir kare dalgadır. Çıkış dalgasının frekansı ise R_1 , R_2 ve C_1 değerleri ile belirlenir. Zaman sabiti formülüne göre, dolma süresi t_1 , $0.693 \times (R_1 + R_2) \times C_1$ değerindedir. Boşalma süresi t_2 ise $0.693 \times R_2 \times C_1$ değerindedir. T periyodunun değeri ise, $T = t_1 + t_2 = 0.693 \times (R_1 + 2R_2) \times C_1$ değerindedir. Fig. 11-5'de ana test noktalarındaki dalga şekilleri gösterilmiştir.

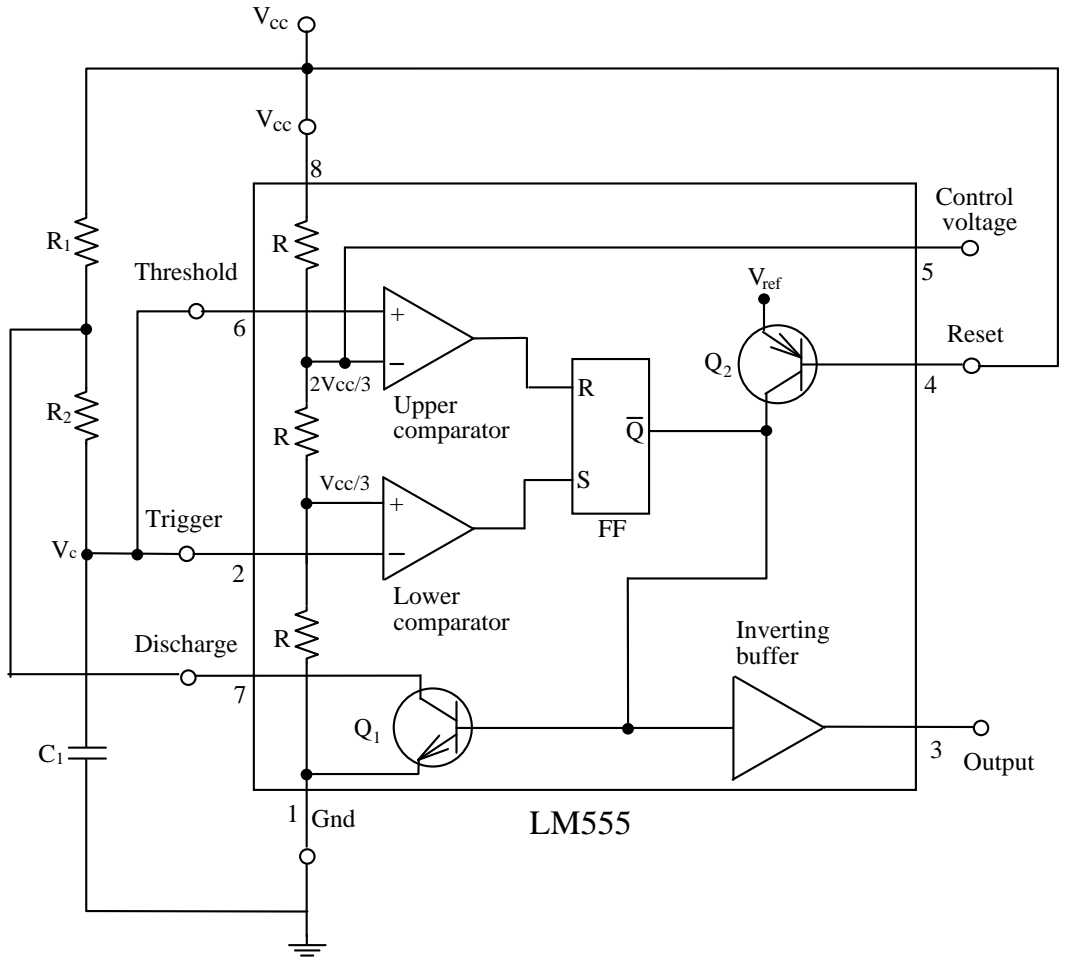


Fig. 11-4 LM555 astable multivibrator.

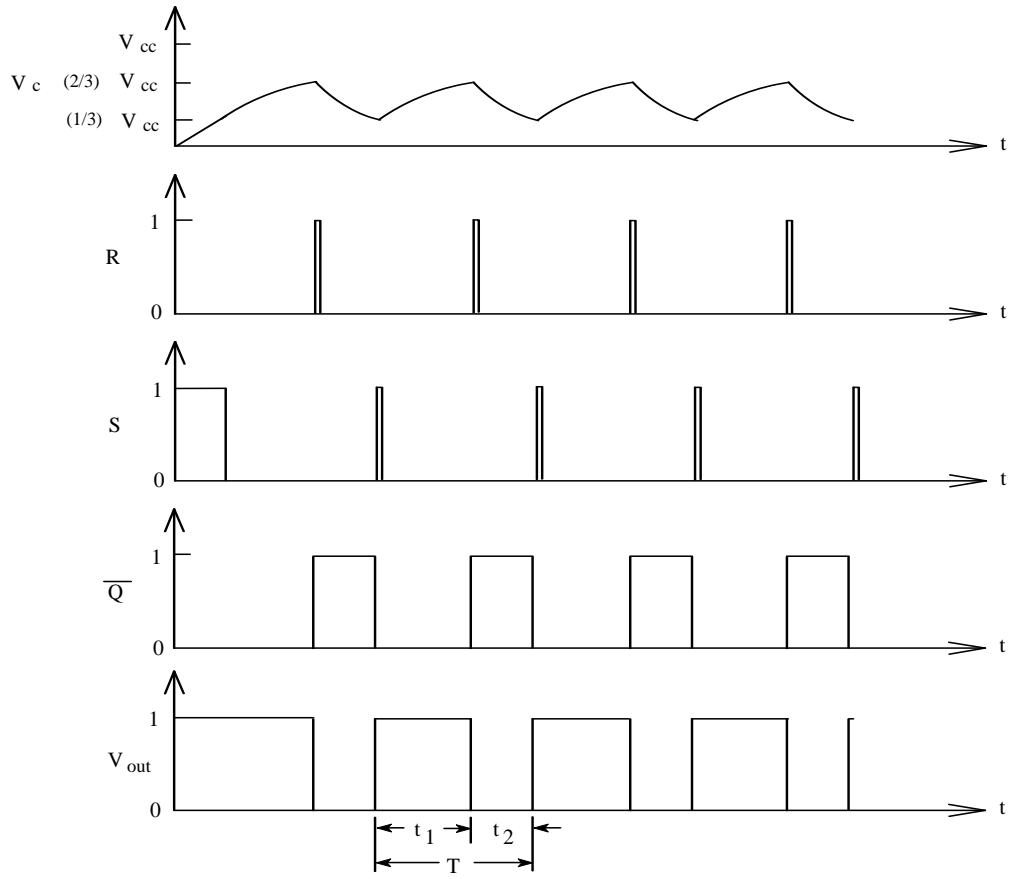


Fig. 11-5 LM555 astable multivibrator devresinin dalga şekilleri.

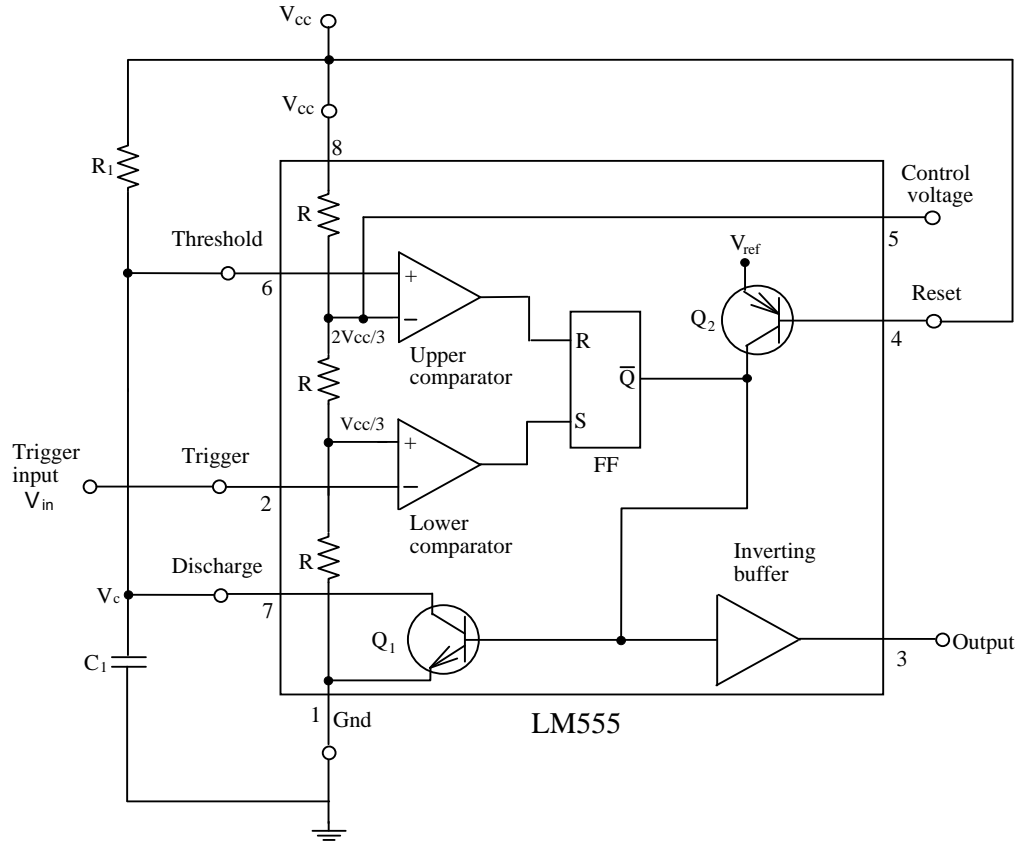


Fig. 11-6 LM555 monostable multivibrator.

Fig. 11-6'daki devre LM555 zamanlayıcı entegresi ile gerçekleştirilen bir monostable multivibrator devresidir. Tetikleme seviyesi high(+12V) değerinden low(0V) değerine geçtiği zaman, çıkış terminalinde bir darbe oluşacaktır ve darbe genişliği T , $R_1 \times C_1$ ve yaklaşık olarak $1.1 \times R_1 \times C_1$ ile belirlenir. Örneğin, $R_1=10k\Omega$ ve $C_1=0.01\mu F$ ise, T yaklaşık olarak $110\mu s$ ' dir. Eğer tetikleyici girişi(pin 2), 12kHz'den daha düşük bir saat işareti(Fig. 11-5'deki devrenin çıkışı mevcut) ile tetiklenir ise çıkış pozitif bir darbe olacaktır. Kontrol gerilim pinine bir ses işareti bağlandığı zaman çıkışta PWM işareti görülmelidir.

Fig. 11-7'de iki tane LM555 zamanlayıcı entegresi kullanılarak gerçekleştirilen bir darbe genişlik modülatörü gösterilmektedir. Bu devrede, U1 ve U2, sırası ile astable ve monostable multivibrator yapısı olarak görev görmektedirler. Bu iki bölüm birleştirildiği zaman, darbe genişlik modülatörü tamamlanmış olacaktır. Monostable multivibrator(U2) yapısının tetikleyici saat işareti astable multivibrator(U1) çıkışından(pin 3) gelmektedir. Ses işareti U2 kontrol gerilim girişine(pin 5) bağlandığı zaman, PWM işareti çıkışta(pin 3) gözükür.

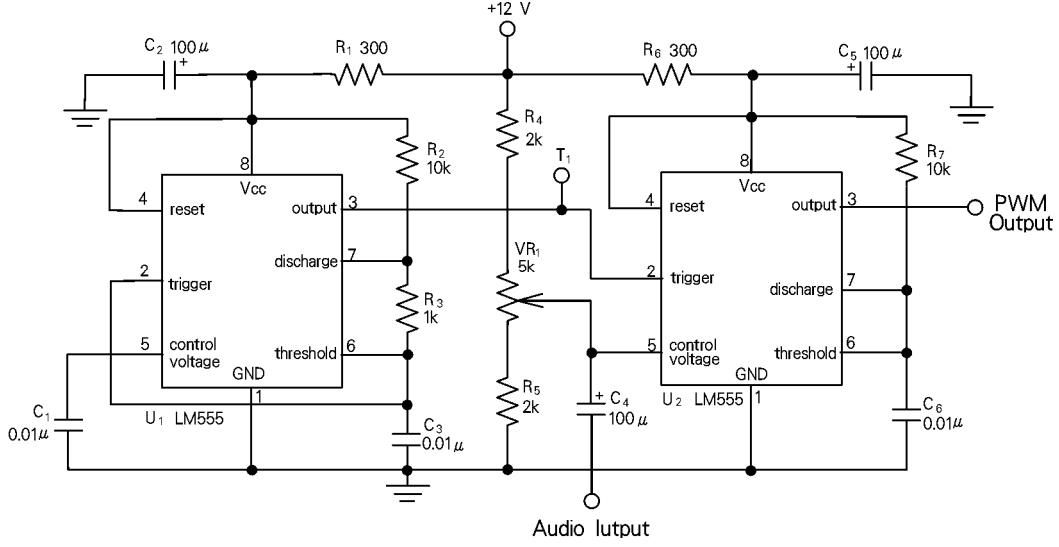


Fig. 11-7 Darbe genişlik modülatörü.

11.3 GEREKLİ EKİPMANLAR

1. KL-96001 Modülü
2. KL-94002 Modülü
3. Osiloskop

11.4 DENEYLER VE KAYITLAR

Deney 11-1 µA741 kullanılarak Darbe Genişlik Modülatörü

- 1. LM741 PWM modülatör devresini KL-94002 Modülü üzerine yerleştirin.
- 2. $V_{in}(+)$ girişinde 0V gerilim elde etmek için VR_1 'i ayarlayın. Bağlantı konnektörünü J1'e bağlayın.
- 3. Ses girişine, 4Vp-p ve 500Hz'lik bir sinüs işaretini bağlayın.
- 4. Osiloskop kullanarak, ses işaret girişini ve çıkış (pin 6) dalga şekillerini gözlemleyin. Sonuçları Tablo 11-1'e kaydedin.
- 5. Bağlantı konnektörünü J1'den sökün. Ses giriş işaretini kaldırın. $V_{in}(+)$ giriş terminalinde 6V gerilim elde etmek için VR_1 'i ayarlayın.
- 6. Bağlantı konnektörünü ve ses giriş işaretini tekrar bağlayın.

- 7. Osiloskop kullanarak, ses işaret girişini ve çıkış(pin 6) dalga şekillerini gözlemleyin. Sonuçları Tablo 11-1'e kaydedin.
- 8. Bağlantı konnektörünü J1'den sökün. Ses giriş işaretini kaldırın. $V_{in}(+)$ giriş terminalinde - 6V gerilim elde etmek için VR_1 'i ayarlayın.
- 9. Bağlantı konnektörünü ve ses giriş işaretini tekrar bağlayın.
- 10. Osiloskop kullanarak, ses işaret girişini ve çıkış(pin 6) dalga şekillerini gözlemleyin. Sonuçları Tablo 11-1'e kaydedin.
- 11. Bağlantı konnektörünü J1'den sökün. Ses giriş işaretini kaldırın. $V_{in}(+)$ giriş terminalinde 0V gerilim elde etmek için VR_1 'i ayarlayın. Bağlantı konnektörünü J1'e tekrar bağlayın.
- 12. Ses işaret genliğini 10Vp-p olarak değiştirin. 4. adımdan 10. adıma kadar olan adımları tekrarlayın ve sonuçları Tablo 11-2'ye kaydedin.

Deney 11-2 LM555 kullanılarak Darbe Genişlik Modülatörü

- 1. PWM modülatör devresini KL-94002 Modülü üzerine yerleştirin.
- 2. Ses girişine, 5Vp-p ve 1kHz'lik bir kare dalga işareti bağlayın.
- 3. Osiloskop kullanarak, T1 test noktasını ve çıkış dalga şekillerini gözlemleyin. Dikdörtgensel bir dalga şekli(duty cycle %50'den farklı) elde etmek için VR_1 'i ayarlayın.
- 4. Osiloskopun modunu DC pozisyonuna ayarlayın. Çıkış dalga şekillerini gözlemleyin ve sonuçları Tablo 11-3'e kaydedin.
- 5. Giriş işaretini üçgen dalga şekline çevirin ve 4. adımı tekrarlayın.
- 6. Giriş işaretini sinüs dalga şekline çevirin ve 4. adımı tekrarlayın.
- 7. Giriş genliğini 3Vp-p olarak değiştirin ve 4. adımdan 6. adıma kadar olan adımları tekrarlayın. Sonuçları Tablo 11-4' e kaydedin.

Tablo 11-1

 $(V_m = 6V_{p-p}, f_m = 500Hz)$

$V_{in}(+)$ DC kutuplama	Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli
0 V		
6 V		
-6 V		

Tablo 11-2

 $(V_m = 10V_{p-p}, f_m = 500Hz)$

$V_{in}(+)$ DC kutuplama	Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli
0 V		
6 V		
-6 V		

Tablo 11-3

($V_m = 5V_{p-p}$, $f_m = 1kHz$)

Giriş İşareti	Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli
Kare Dalga		
Üçgen Dalga		
Sinüs		

Tablo 11-4
($V_m = 3V_{p-p}$, $f_m = 1kHz$)

Giriş İşareti	Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli
Kare Dalga		
Üçgen Dalga		
Sinüs		

11.5 SORULAR

1. Fig. 11-2 ve Fig. 11-7'deki VR_1 'in görevi nedir?
2. Fig. 11-7'deki C_6 'nın değeri $0.1\mu F$ olarak değiştirilir ise, çıkış işareti hala PWM işareti olur mu? Açıklayınız.
3. Gerilim polaritesi açısından bakıldığında, 11-1 ve 11-2 deneylerindeki çıkış PWM işaretleri arasındaki fark nedir?