

Analog Haberleşme Laboratuvarı

4. GENLİK DEMODÜLASYONU

4.1 AMAÇ

1. Genlik demodülasyonunun prensibini anlama.
2. Diyot ile bir genlik modülatörü gerçekleştirme.
3. Çarpım detektörü ile bir genlik demodülatörü gerçekleştirme.

4.2 TEMEL KAVRAMLARIN İNCELENMESİ

Demodülasyon işlemi, modülasyon işleminin sadece tersidir. Bölüm 3'de belirtildiği gibi, AM işareti, yüksek frekans taşıyıcı genliği, iletilmek istenen düşük frekanstaki ses işaretinin genliğine göre değişen modüle edilmiş bir işarettir. Alıcı bloğunda ses işaretini tekrar elde etmek için ses işaretini AM işaretinden çıkarmak gerekmektedir. Modüle edilmiş işarettten bilgi işaretini (ses, vb.) çıkarma işlemine demodülasyon yada deteksiyon adı verilmektedir. Bu işlem Fig. 4-1'de gösterilmiştir. Genellikle, detektörler iki gruba göre sınıflandırılırlar: senkron yada asenkron detektörler. Bölümün kalan kısımlarında bu iki grup incelenecektir.

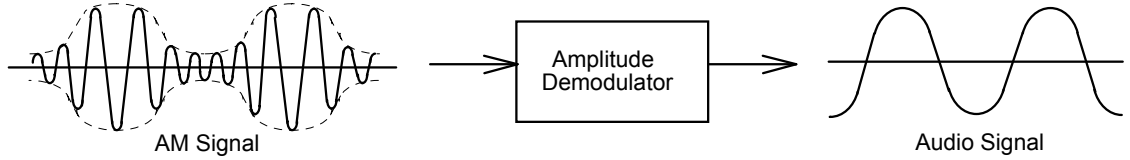


Fig. 4-1 Genlik demodülasyonunun gösterimi.

Diyot Detektörü

AM modüleli işaret, taşıyıcı genliği ses işaret genliğine göre değişen bir işaret olduğundan dolayı orijinal işareti AM işaretinden çıkarmak için bir demodülatör kullanılır.

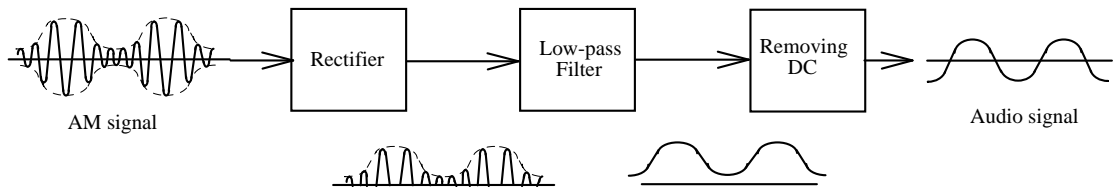


Fig. 4-2 Doğrultuculu bir demodülatörün blok diyagramı

Fig. 4-2'de diyot detektörün blok diyagramı gösterilmiştir. Yapı, tipik bir asenkron detektördür. Hem pozitif hem de negatif yarım periyottaki AM modüleli zarf eğrisi doğrultucu girişine uygulanır. Doğrultucu çıkış işareti, pozitif yarım periyottaki zarf eğrisi ve bir DC seviyedir. Doğrultucunun çıkış işareti bir alçak geçiren filtreye girmektedir ve bu filtrenin çıkışı orijinal modüle edilmiş işaret ve bir DC seviyedir. Bu DC seviye kaldırıldıktan sonra orijinal işaret edilmiş olunur.

Fig. 4-3 pratik bir diyot detektör devresini göstermektedir. R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , U_1 ve U_2 elemanları birbirine kaskat bağlanmış iki evirici kuvvetlendiriciyi oluşturmaktadır. Bu kuvvetlendirici bloğu AM işareti için gerekli kazancı sağlamaktadır. AM işareti D_1 diyotu tarafından doğrultulduktan sonra C_2 , C_3 ve R_5 dirençlerinden oluşan alçak geçiren filtreye girmektedir. Alçak geçiren filtrenin çıkış işareti pozitif bölgede bir zarf işareti ve bir DC seviyedir. C_4 kapasitesi, DC bileşenlerin süzülmesini sağlarken AC bileşenlerinde geçmesini sağlamaktadır.

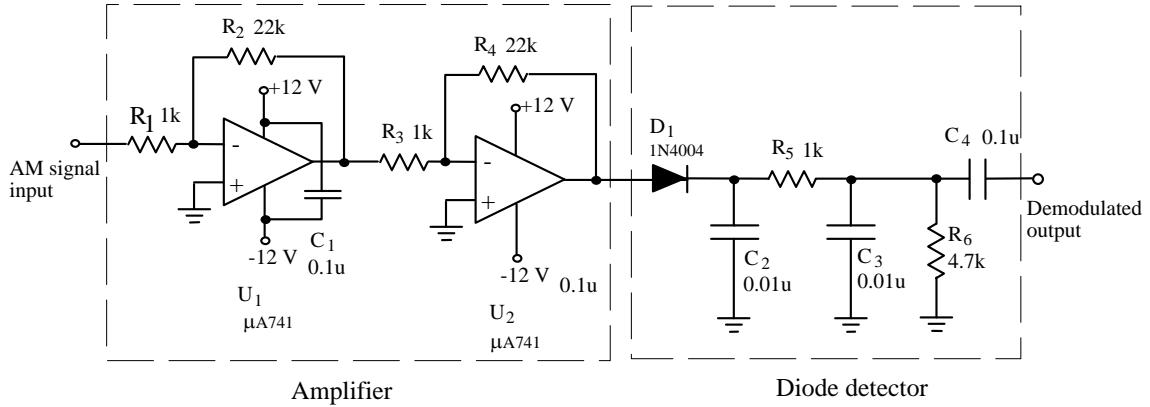


Fig. 4-3 Diyot detektör devresi

4-2

Çarpım Detektörü

AM işareti için demodülasyon daha öncede bahsedildiği gibi dengeli modülatör(balanced modulator) ile de gerçekleştirilebilir. Bu tür demodülatörlere senkron demodülatörler yada çarpım detektörleride denilmektedir. Fig. 4-4, dengeli modülatör olan MC1496'nın iç devresini göstermektedir. Daha detaylı bilgi için Bölüm 3'e bakınız. Eğer $x_{AM}(t)$ AM

işaretini, $x_c(t)$ 'de taşıyıcı işareti gösteriyorsa aşağıdaki denklemleri yazabiliriz;

4-2

$$x_{AM}(t) = V_{DC} [1 + m \cos(2\pi f_m t)] [V_c \cos(2\pi f_c t)] \quad (4-1)$$

$$x_c(t) = V_c \cos(2\pi f_c t) \quad (4-2)$$

Eğer bu iki işaret dengeli demodülatörün girişlerine bağlanırsa, dengeli demodülatörün çıkışı şu şekilde olacaktır;

$$\begin{aligned} x_{out}(t) &= kx_c(t) \times x_{AM}(t) \\ &= kV_{DC}V_c^2 [1 + m \cos(2\pi f_m t)] \cos^2(2\pi f_c t) \\ &= \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} + \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} m \cos(2\pi f_m t) \\ &\quad + \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} [1 + m \cos(2\pi f_m t)] \cos[2(2\pi f_c t)] \end{aligned} \quad (4-3)$$

k, dengeli modülatörün kazancıdır. (4-3) denkleminin sağ tarafındaki ilk terim DC seviyeyi, ikinci terim orijinal işareti ve üçüncü terim ise ikinci dereceden harmonik işareti göstermektedir. Orijinal işaretin tekrar elde edilmesi için, $x_{out}(t)$ AM işareti içerisinde çekilmesi gerekmektedir.

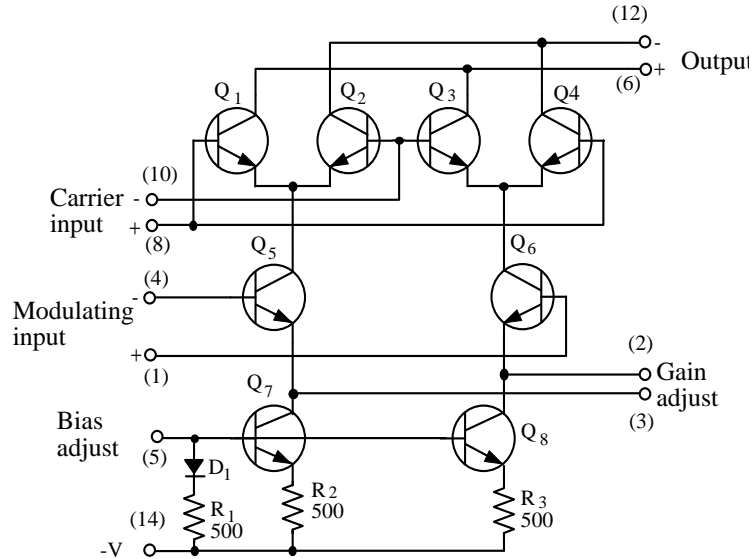


Fig. 4-4 MC1496 iç devresi

Fig. 4-5, çarpım detektör devresini göstermektedir. VR1 reostası, taşıyıcı işaretin giriş seviyesini kontrol etmektedir. MC1496 entegresinin 12. pininden alınan çıkış işareti (4-3) denklemi ile ifade edilmektedir. C_7 , C_9 ve R_9 elemanlarının oluşturduğu alçak geçiren filtre AM modüli işarettaki

ikinci dereceden harmoniği yani (4-3) denkleminin üçüncü terimini kaldırmak için kullanılmaktadır. (4-3) denklemindeki ilk terim olan DC seviye C_{10} kapasitesi tarafından bloke edilmektedir. Genlik demodülasyonlu çıkış işareti şu şekildedir;

$$x_{out}(t) = \frac{kV_{DC}V_c^2}{2} m \cos(2\pi f_m t) \quad (4-4)$$

(4-4) denklemi ses işaretini göstermektedir. Diğer bir deyişle, çarpım detektörü ses işaretini AM işaretinden çıkarmıştır.

Yukarıda bahsedilenlerden şu sonucu çıkarabiliriz; diyot detektörü asenkron bir detektördür ve devresi basit olmasına karşın kalitesi kötüdür. Çarpım detektörü senkron bir detektördür. Çarpım detektörünün kalitesi mükemmeldir ancak devre yapısı daha karmaşıktır. Ayrıca taşıyıcı işaret ile AM işareti birbirlerine tam olarak senkronize olmalıdır.

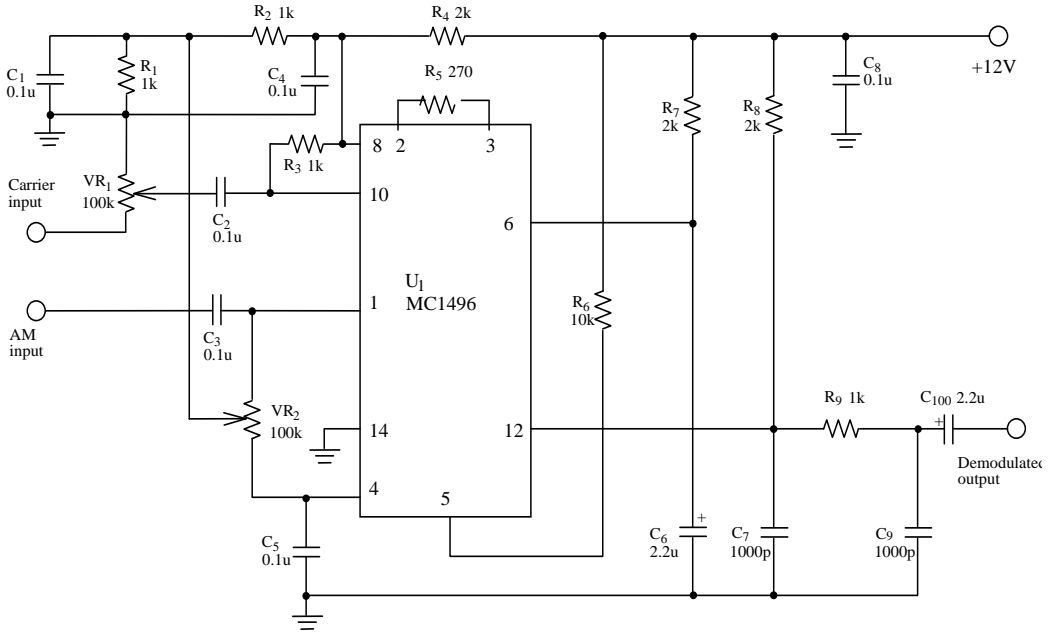


Fig. 4-5 Çarpım detektör devresi

4.3 GEREKLİ EKİPMANLAR

1. KL-96001 Modülü
2. KL-93002 Modülü
3. Osiloskop
4. RF Üretici



4.4 DENEYLER VE KAYITLAR

Deney 4-1 Diyot Detektörü

- 1. Bu deneydeki AM işaret kaynağı, Bölüm 3'de gerçekleştirilen AM modülatör çıkışından alınmaktadır.(Fig. 3-4 devresi)
- 2. AM modülatörü girişine, taşıyıcı işaret olarak 250mVp-p genlikli 200kHz frekanslı sinüs işareti, ses işareti olarak da 150mVp-p genlikli 3kHz'lik sinüs işareti uygulayınız.
- 3. AM modülatörünün VR1 reostasını, AM çıkış işaret genliği maksimum olacak şekilde ayarlayınız.
- 4. AM çıkış işaretini diyot detektörünün girişine(I/P) bağlayınız.
- 5. Osiloskopun dikey girişini DC'ye ayarlayın ve kuvvetlendiricinin ve diyot detektörünün çıkış dalga şekillerini gözlemleyiniz. Sonuçları Tablo 4-1'e kaydediniz.
- 6. Ses frekanslarını 2kHz ve 1kHz olarak değiştirip 5. adımı tekrarlayınız.
- 7. Taşıyıcı işaretini 250mVp-p, 300kHz'lik sinüs dalgası ve ses işaretini de 250mVp-p, 3kHz'lik sinüs dalgası olarak ayarlayınız.
- 8. AM modülatörünün VR1 reostasını, AM çıkış işaret genliği maksimum olacak şekilde ayarlayınız.
- 9. Osiloskopun dikey girişini DC'ye ayarlayın ve kuvvetlendiricinin ve diyot detektörünün çıkış dalga şekillerini gözlemleyiniz. Sonuçları Tablo 4-2'ye kaydediniz.
- 10. Ses frekanslarını 2kHz ve 1kHz olarak değiştirip 9. adımı tekrarlayınız.

Deney 4-2 Çarpım Detektörü

- 1. Bu deneydeki AM işaret kaynağı, Bölüm 3'de gerçekleştirilen AM modülatör çıkışından alınmaktadır.(Fig. 3-4 devresi)



- 2. AM modülatörü girişine, taşıyıcı işaret olarak 250mVp-p genlikli 500kHz frekanslı sinüs işareti, ses işareti olarak da 150mVp-p genlikli 3kHz'lik sinüs işareti uygulayınız.
- 3. AM modülatörünün VR1 reostasını, modülasyon yüzdesi %50 olacak şekilde ayarlayınız.
- 4. AM modülatörünün çıkış işaretini, çarpım detektörünün AM işaret girişine(I/P2), AM modülatörün taşıyıcı işaretini de detektörün taşıyıcı girişine(I/P1) bağlayınız. Çarpım detektörü KL-93002 modülünün altında yer almaktadır.
- 5. Osiloskopun dikey girişini DC'ye ayarlayın ve çarpım detektörünün çıkış dalga şekillerini gözlemleyiniz. Sonuçları Tablo 4-3'e kaydediniz.
- 6. Ses frekanslarını 2kHz ve 1kHz olarak değiştirip 5. adımı tekrarlayınız.
- 7. Taşıyıcı işaretini 250mVp-p, 1MHz'lik sinüs dalgası ve ses işaretini de 150mVp-p, 2kHz'lik sinüs dalgası olarak ayarlayınız.
- 8. AM modülatörünün VR1 reostasını, modülasyon yüzdesi %50 olacak şekilde ayarlayınız.
- 9. Osiloskopun dikey girişini DC'ye ayarlayın ve çarpım detektörünün çıkış dalga şekillerini gözlemleyiniz. Sonuçları Tablo 4-4'e kaydediniz.
- 10. Taşıyıcı frekanslarını 1.5MHz ve 2MHz olarak değiştirip 9. adımı tekrarlayınız.



Tablo 4-1

($V_c=250\text{mVp-p}$, $V_m=150\text{mVp-p}$, $f_c=200\text{kHz}$)

Ses Frekansı	Giriş Dalga Şekli	Detektör Çıkış Dalga Şekli
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		



Tablo 4-2

($V_c=250\text{mVp-p}$, $V_m=250\text{mVp-p}$, $f_c=300\text{kHz}$)

Taşıyıcı Frekansı	Giriş Dalga Şekli	Detektör Çıkış Dalga Şekli
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		



Tablo 4-3

($V_c=250\text{mVp-p}$, $V_m=150\text{mVp-p}$, $f_c=500\text{kHz}$, $m=50\%$)

Ses Frekansı	Giriş Dalga Şekli	Detektör Çıkış Dalga Şekli
3 kHz		
2 kHz		
1 kHz		



Tablo 4-4

($V_c=250\text{mVp-p}$, $V_m=150\text{mVp-p}$, $f_m=2\text{kHz}$, $m=50\%$)

Taşıyıcı Frekansı	Giriş Dalga Şekli	Detektör Çıkış Dalga Şekli
1 MHz		
1.5 MHz		
2 MHz		



4.5 SORULAR

1. Fig. 4-3 diyot detektör devresinde, eğer $\mu A741$ işlemsel kuvvetlendiricisi ihmal edilirse çıkış işaret ne olur?
2. Fig. 4-5 çarpım detektör devresinde, taşıyıcı işaret ve AM işareti eğer asenkron ise çıkış işareti ne olur?
3. Fig. 4-5'deki R_9 , C_7 yada C_9 'un görevi nedir?
4. Fig. 4-5'deki VR_1 yada VR_2 'nin görevi nedir?
5. Fig. 4-5'deki R_5 yada R_6 'nın görevi nedir?