

Analog Haberleşme Laboratuvarı

6.DSB-SC ve SSB DEMODÜLATÖRLERİ

6.1 AMAÇ

1. Çarpım detektörü kullanarak DSB-SC ve SSB işaretlerinin demodülasyonu.
2. Haberleşme almaçlarında çarpım detektörünün nasıl kullanıldığının öğrenilmesi.

6.2 TEMEL KAVRAMLARIN İNCELENMESİ

Fig. 6-1, MC1496'nın iç yapısını göstermektedir. Q_5 ve Q_6 fark kuvvetlendiricisi, Q_1Q_2 ve Q_3Q_4 fark kuvvetlendiricilerini sürmek için kullanılırlar. Q_7 ve Q_8 sabit akım kaynağı, Q_5 ve Q_6 fark kuvvetlendiricisine sabit akım sağlar. MC1496'nın toplam kazancı 2. ve 3. pinler arasında dışarıdan yerleştirilen bir direnç ile ayarlanabilir. DSB-SC yada SSB demodülasyonu için, DSB-SC yada SSB işareti 1. ve 4. pinlere uygulanmalıdır. Taşıyıcı işaret de 8. ve 10. pinlere uygulanır. 5. pine sağlanan besleme akımı, bu pin ile güç kaynağı arasında bağlanan bir seri direnç ile sağlanır. Detektör iki çıkışa(6. ve 12. pinler) sahip olduğundan dolayı, çıkışlardan bir tanesi detektör çıkışı olarak diğeri de otomatik kazanç kontrolü(AGC) için kullanılır.

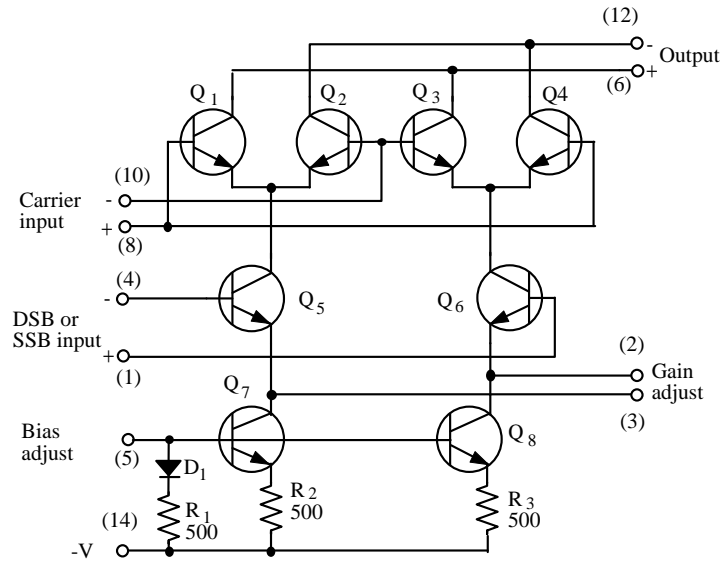


Fig. 6-1 LM1496 iç devresi



$$x_c(t) = A_c \cos w_c t$$

Bu nedenle de LM1496'nın 12. pinindeki çıkış işareti şu şekilde olacaktır;

$$\begin{aligned} x_o(t) &= kx_{ssb}(t) \times x_c(t) \\ &= \frac{k^2 A_m A_c^2}{2} \cos(w_c + w_m)t \times \cos w_c t \\ &= \frac{k^2 A_m A_c^2}{4} [\cos(2w_c + w_m)t + \cos w_m t] \end{aligned}$$

Çıkış işareti C_7 , C_9 ve R_9 elemanlarından oluşan alçak geçiren filtreden geçtiği zaman, yüksek frekans bileşenleri süzülecek ve demodüle edilmiş çıkış işareti şu şekilde olacaktır;

$$x_o(t) = \frac{k^2 A_m A_c^2}{4} \cos w_m t$$

Yukarıdaki denklemden, LM1496'nın SSB modüleli işaretten $(kA_c)^2 / 4$

kadarlık bir kazanç farkı ile $A_m \cos w_m t$ ses işaretini demodüle edebildiği

görülmektedir. Demodülatörün kazancını değiştirmek için, taşıyıcı genliğini yada R_5 direncini (k değeri) değiştirebiliriz. DSB-SC modüleli işaretin LM1496'nın giriş terminallerine(1. ve 4. pinler) uygulandığını düşünelim. Böyle bir işaret şu şekilde ifade edilebilir;

$$x_{DSB-SC}(t) = \frac{kA_m A_c}{2} [\cos(w_c + w_m)t + \cos(w_c - w_m)t]$$

Taşıyıcı giriş işareti(8. ve 10. pinler) de şu şekilde ifade edilebilir;

$$x_c(t) = A_c \cos w_c t$$

Böylelikle, LM1496'nın 12. pinindeki çıkış işareti şu şekilde olacaktır;

$$\begin{aligned} x_o(t) &= kx_{DSB-SC}(t) \times x_c(t) \\ &= \frac{k^2 A_m A_c^2}{2} [\cos(w_c + w_m)t + \cos(w_c - w_m)t] \times \cos w_c t \\ &= \frac{k^2 A_m A_c^2}{4} [\cos(2w_c + w_m)t + \cos(2w_c - w_m)t + 2 \cos w_m t] \end{aligned}$$

Yüksek frekanslar, yukarıdaki denklemin sağ tarafındaki birinci ve ikinci terimler alçak geçiren filtre(C_7 , C_9 ve R_9) ile süzülür. Demodüle edilen çıkış işareti daha sonra şu şekilde olur;

$$x_o(t) = \frac{k^2 A_m A_c^2}{2} \cos w_m t$$



6.3 GEREKLİ EKİPMANLAR

1. KL-96001 Modülü
2. KL-93003 Modülü
3. Osiloskop
4. RF üretici

6.4 DENEYLER VE KAYITLAR

Deney 6-1 DSB-SC Çarpım Detektörü

- 1. Bu deneyde, çarpım detektör devresinin DSB-SC girişi olarak, 5-1 deneyindeki DSB-SC modülatör devresinin DSB-SC çıkışı kullanılmaktadır. Öncelikle, DSB-SC devresini tamamlayın.
- 2. DSB-SC modülatörünün taşıyıcı girişine 500mVp-p, 500kHz'lik sinüs işaret, ses girişine de 500mVp-p, 1kHz'lik sinüs işaret bağlayın. (Taşıyıcı ve ses işaretleri devrelere bağlanmadan önce tek tek ayarlanmalıdır. Eğer devreye bağlandıktan sonra, test esnasında ayarlama yaparsanız yüklemekten kaynaklanan problemlerle karşılaşabilirsiniz.)
- 3. Çıkışta DSB-SC modüleli işaret elde etmek için DSB-SC modülatörünün VR₁ reostasını ayarlayın.
- 4. DSB-SC ve SSB çarpım detektör devresini KL-93003 modülü üzerine yerleştirin. R₅=270Ω ve R₆=10kΩ olarak ayarlamak için bağlantı konnektörlerini J1 ve J3'e bağlayın.
- 5. Çarpım detektörünün taşıyıcı girişine 2. adımda kullanılan taşıyıcı işareti bağlayın. DSB-SC modülatörünün modülasyon çıkışını çarpım detektörünün DSB-SC girişine bağlayın.
- 6. Osiloskop kullanarak çıkış işaretini gözlemleyin ve minimum distorsiyon elde etmek için çarpım detektörünün VR₁ değerini ayarlayın. Sonuçları Tablo 6-1'e kaydedin.
- 7. Taşıyıcı işareti 500mVp-p, 500kHz sinüs işareti ve ses işareti de 500mVp-p, 3kHz sinüs işareti olarak değiştirin. Çıkışta DSB-SC modüleli işaret elde etmek için VR₁'i dikkatlice ayarlayın.
- 8. 6. adımı tekrarlayın. Sonuçları Tablo 6-2'ye kaydedin.



- 9. $R_5=270\Omega$ ve $R_{10}=330\Omega$ olarak ayarlamak için J1'den bağlantı konnektörünü sökün ve J2'ye bağlayın. 6. adımı tekrarlayın ve sonuçları Tablo 6-3'e kaydedin.
- 10. $R_6=10k\Omega$ ve $R_{11}=30k\Omega$ olarak ayarlamak için J3'den bağlantı konnektörünü sökün ve J4'e bağlayın. 6. adımı tekrarlayın ve sonuçları Tablo 6-4'e kaydedin.

Deney 6-2 SSB Çarpım Detektörü

- 1. Bu deneyde, çarpım detektör devresinin SSB girişi olarak, 5-2 deneyindeki SSB modülatör devresinin SSB çıkışı kullanılmaktadır. Öncelikle, SSB devresini tamamlayın.
- 2. Seramik filtreyi bypass etmek için J2'ye bağlantı portu ekleyin. Taşıyıcı girişine(I/P1) 500mVp-p, 457kHz'lik sinüs işaret, ses girişine de(I/P2) 500mVp-p, 2kHz'lik sinüs işaret bağlayın. (Taşıyıcı ve ses işaretleri devrelere bağlanmadan önce tek tek ayarlanmalıdır. Eğer devreye bağlandıktan sonra, test esnasında ayarlamaya kalkarsanız yüklemekten kaynaklanan problemlerle karşılaşabilirsiniz.)
- 3. Çıkışta(O/P) DSB-SC modüleli işaret elde etmek için VR_1 reostasını ayarlayın. J2'den bağlantı konnektörünü kaldırın ve seramik filtreyi devreye sokmak için J1'e bağlayın. Çıkış işareti SSB modüleli işaret olacaktır.
- 4. $R_5=270\Omega$ ve $R_6=10k\Omega$ olarak ayarlamak için çarpım detektörünün bağlantı konnektörlerini J1 ve J3'ye bağlayın.
- 5. Çarpım detektörünün taşıyıcı girişine(I/P1) 2. adımda kullanılan taşıyıcı işareti bağlayın. SSB modülatörünün modülasyon çıkışını çarpım detektörünün SSB girişine(I/P2) bağlayın.
- 6. Osiloskop kullanarak demodüle edilmiş çıkış işaretini(O/P) gözlemleyin ve minimum distorsiyon elde etmek için çarpım detektörünün VR_1 and VR_2 değerini ayarlayın. Sonuçları Tablo 6-5'e kaydedin.
- 7. SSB modülatörünün seramik filtresini bypass etmek için J1'den bağlantı konnektörünü kaldırın ve J2'ye bağlayın. Taşıyıcı işaretini 700mVp-p, 457kHz sinüs işareti ve ses işaretini de 700mVp-p, 2kHz sinüs işareti olarak değiştirin. Çıkışta DSB-SC modüleli işaret elde etmek için VR_1 'i dikkatlice ayarlayın.



- 8. 6. adımı tekrarlayın. Sonuçları Tablo 6-6'ya kaydedin.
- 9. $R_5=270\Omega$ ve $R_{10}=330\Omega$ olarak ayarlamak için J1'den bağlantı konnektörünü kaldırın ve J2'ye bağlayın. 6. adımı tekrarlayın ve sonuçları Tablo 6-7'ye kaydedin.
- 10. $R_6=10k\Omega$ ve $R_{11}=30k\Omega$ olarak ayarlamak için J3'den bağlantı konnektörünü kaldırın ve J4'e bağlayın. 6. adımı tekrarlayın ve sonuçları Tablo 6-8'e kaydedin.

Tablo 6-1

($R_5=270\Omega$, $R_6=10k\Omega$, $V_c=500mVp-p$, $V_m=500mVp-p$, $f_c=500kHz$, $f_m=1kHz$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	



Tablo 6-2

($R_5 = 270\Omega$, $R_6 = 10\text{ k}\Omega$, $V_c = 500\text{ mVp-p}$, $V_m = 500\text{ mVp-p}$, $f_c = 500\text{kHz}$, $f_m = 3\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	

Tablo 6-3

($R_5 = 330\Omega$, $R_6 = 10\text{ k}\Omega$, $V_c = 500\text{ mV}$, $V_m = 500\text{ mV}$, $f_c = 500\text{kHz}$, $f_m = 1\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	



Tablo 6-4

($R_5=330\Omega$, $R_6=30\text{ k}\Omega$, $V_c=500\text{ mVp-p}$, $V_m=500\text{ mVp-p}$, $f_c=500\text{kHz}$, $f_m=1\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	

Tablo 6-5

($R_5=270\Omega$, $R_6=10\text{ k}\Omega$, $V_c=500\text{ mVp-p}$, $V_m=500\text{ mVp-p}$, $f_c=457\text{kHz}$, $f_m=2\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	



Tablo 6-6

($R_5 = 270\Omega$, $R_6 = 10\text{ k}\Omega$, $V_c = 700\text{ mVp-p}$, $V_m = 700\text{ mVp-p}$, $f_c = 457\text{kHz}$, $f_m = 2\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	

Tablo 6-7

($R_5 = 330\Omega$, $R_6 = 10\text{ k}\Omega$, $V_c = 500\text{ mVp-p}$, $V_m = 500\text{ mV}$, $f_c = 457\text{kHz}$, $f_m = 2\text{kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	



Tablo 6-8

($R_5 = 330\Omega$, $R_6 = 30\text{ k}\Omega$, $V_c = 500\text{ mVp-p}$, $V_m = 500\text{ mVp-p}$, $f_c = 457\text{ kHz}$, $f_m = 2\text{ kHz}$)

Giriş Dalga Şekli	
Çıkış Dalga Şekli	

6.5 SORULAR

1. Fig. 6-2'deki R_5 değeri çıkış genliğini nasıl etkiler?
2. Fig. 6-2'deki R_6 değeri çıkış genliğini nasıl etkiler?
3. VR_1 yada VR_2 'nin görevi nedir?
4. Eğer modülasyon frekansı artarsa, distorsiyonsuz bir demodülasyon işareti için hangi malzemeler modifiye edilmelidir.
5. DSB-SC yada SSB demodülasyonunda tepe detektörü(peak detector) kullanılabilir mi?