

Bölüm 14 FSK Demodülatörleri

14.1 AMAÇ

1. Faz kilitlemeli çevrim(PLL) kullanarak frekans kaydırmalı anahtarlama detektörünün gerçekleştirilmesi.
2. OP AMP kullanarak bir gerilim karşılaştırıcının nasıl tasarlanacağını öğrenilmesi.

14.2 TEMEL KAVRAMLARIN İNCELENMESİ

Bölüm 13'de ifade edildiği gibi, uzun mesafe haberleşmeleri için dijital işaret, FSK modülatörü kullanılarak FSK işaretine çevrilir. Alınan FSK işaretten orijinal dijital işaretin tekrar elde edilmesi için bir FSK demodülatörü gereklidir. Faz kilitlemeli Çevrim(PLL), bu amaç için iyi bir seçimdir. Kısaca, PLL, giriş işaret frekansını ve fazını takip eden bir kontrol sistemidir. Son zamanlarda yaygın olarak, PLL, çeşitli analog haberleşme sistemlerinde demodülatör olarak kullanılmaktadır. Örnek olarak, AM demodülatörü, FM demodülatörü, frekans seçici ve renkli TV almalılarında chroma subcarrier acquisition olarak kullanılmaktadır. Benzer şekilde, bir çok dijital PLL yapıları geliştirilmiştir ve bu sayede dijital haberleşme sistemlerinde taşıyıcı işareti takip etmek yada bit senkronizasyon işareti takip etmek mümkündür.

Temel olarak, bir PLL üç ana yapıdan oluşur; Faz detektörü(PD), Çevrim filtresi(LF) ve Gerilim kontrollü osilatör(VCO). Fig. 14-1'de PLL blok diyagramı görülmektedir.

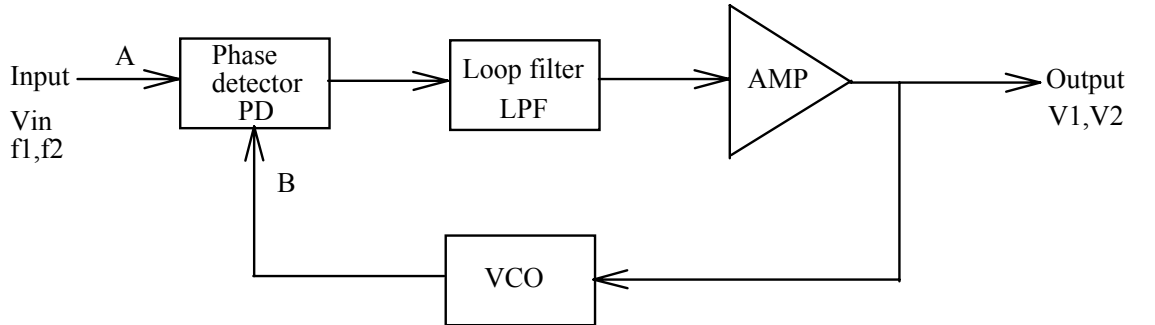


Fig. 14-1 PLL blok diyagramı.

Fig. 14-1'de gösterilen PLL blok diyagramını düşünelim. Eğer V_{in} girişindeki frekans değişirse, bu ani değişim sonucunda A ve B arasında bir faz değişimi oluşur ve bunun sonucu olarak çıkıştaki DC seviyede bir değişim meydana gelir. Seviyedeki bu kayma, VCO çıkışındaki frekansı değiştirecek ve kilitleme devam edecektir. Eğer PLL bir FSK demodülatörü olarak kullanılır ve girişe FSK işareti uygulanırsa, f_1 ve f_2 giriş frekanslarına karşılık sırası ile V_1 ve V_2 çıkış gerilimleri meydana gelecektir. Böylelikle, giriş frekansındaki bir değişim çıkışta DC seviyede bir değişime dönüşmektedir. PLL çıkışı, V_1 ve V_2 arasında bir referansa sahip gerilim karşılaştırıcısının girişine bağlandığı zaman, karşılaştırıcının çıkış işareti dijital işaret ya da FSK demodüle edilmiş işarettir.

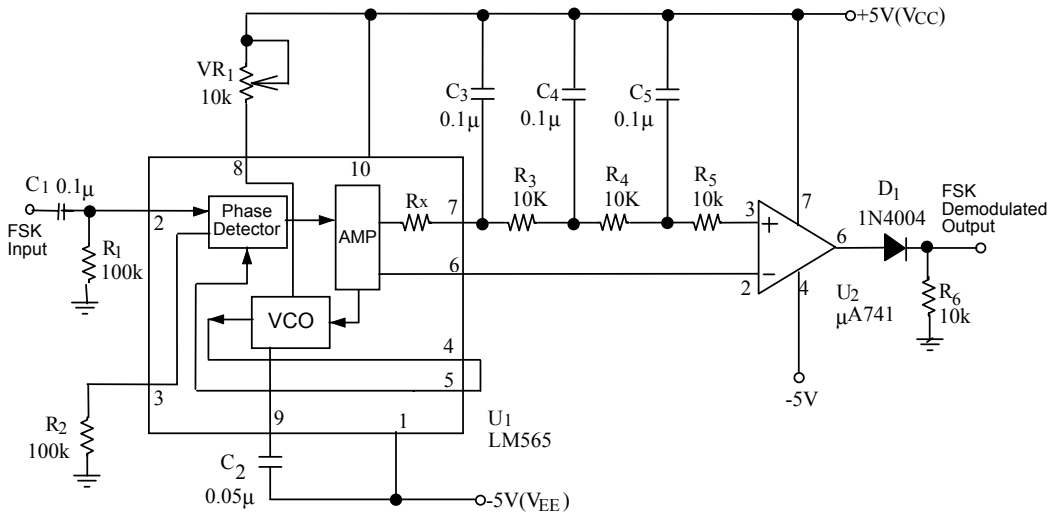


Fig. 14-2 FSK demodülatörü.

Bu deneyde, Fig. 14-2'de gösterildiği gibi bir FSK demodülatörünü gerçekleştirmek için LM565 PLL yapısını kullanmaktayız. LM565 PLL, faz detektörü, VCO ve 500kHz'in altında çalışan bir kuvvetlendirici içermektedir. Faz detektörü, çift dengeli modülatör olarak çalışmaktadır. VCO, bir integrator-Schmitt devresidir. +5V ve -5V beslemeler sırası ile V_{CC} (pin 10) ve V_{EE} (pin 1)'ye uygulanır. FSK işareti, faz detektörünün girişine uygulanır. Deneyimizde frekans çarpıcı gereksiz olduğundan dolayı, 4. ve 5. pinler birbirine bağlanır. Referans çıkışı (pin 6), U2 karşılaştırıcısına referans gerilimi sağlar.

İçerideki R_x kapasitesi ve dışarıdan bağlanan C_3 kapasitesinin kombinasyonu çevrim filtresi olarak çalışır. VR_1 ve C_2 zamanlama elemanları, VCO'nun serbest çalışma frekansını belirler. LM565 ile tasarımda dikkate alınacak önemli parametreler aşağıdaki gibidir;

Serbest Çalışma Frekansı

Girişte işaret olmadığı zaman, VCO'nun çıkış frekansına serbest çalışma frekansı f_o adı verilir. Fig. 14-2 devresinde, LM565'in serbest çalışma frekansı V_{R1} ve C_2 zamanlama elemanları ile belirlenir ve aşağıdaki gibi bulunur;

$$f_o \approx \frac{1.2}{4V_{R1}C_2}$$

Kilitlenme Aralığı

İlk olarak, PLL kilitli durumda ve VCO bir frekansta çalışıyor olsun. Eğer giriş frekansı f_i , VCO frekansı f_o 'dan uzakta ise kilitli olma durumu hala mevcut olabilir. Ne zaman ki giriş frekansı belli bir frekansa ulaştığında PLL kilitli olma durumunu kaybediyorsa, f_i ve f_o arasındaki frekans farkına çevrimin kilitlenme aralığı adı verilir. LM565'in kilitlenme aralığı aşağıdaki formül ile bulunabilir;

$$f_L = \frac{8f_o}{V_C} = \frac{8f_o}{V_{CC} - V_{EE}}$$

Yakalama Aralığı

İlk olarak, çevrim kilitli olmasın ve VCO bir frekansta çalışıyor olsun. Eğer giriş frekansı f_i , VCO frekansı f_o 'a yakın ise kilitlenmeme durumu hala mevcut olabilir. Ne zaman ki giriş frekansı belli bir frekansa ulaştığında PLL kilitleniyorsa f_i ve f_o arasındaki frekans farkına çevrimin yakalama aralığı adı verilir.

LM565'in yakalama aralığı aşağıdaki formül ile bulunabilir;

$$f_C = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\pi \times f_L}{3.6 \times 10^3 \times C_2}}$$

Fig. 4-2 devresinde, R_3 , R_4 , R_5 , C_3 , C_4 , ve C_5 alçak geçiren filtre görevi görürler. Filtrenin amacı çıkıştaki salınımları azaltmak içindir. FSK demodüle edilmiş işaretin dijital seviyeleri TTL seviyelerine uyumludur.

14.3 GEREKLİ EKİPMANLAR

1. KL-92001 Modülü
2. KL-94003 Modülü
3. Osiloskop

14.4 DENEYLER VE KAYITLAR

Deney 14-1 FSK Demodülatörü

- 1. FSK Demodülatör devresini KL-94003 modülü üzerine yerleştirin. Osiloskopun dikey girişini VCO çıkışına(T1) bağlayın. LM565'in serbest çalışma frekansını gözlemleyin ve 1770Hz frekansını elde etmek için VR1'i ayarlayın.
- 2. Giriş terminaline(I/P), 1070Hz, 2Vp-p sinüs işaret bağlayın. Osiloskopun dikey girişini DC aralığa ayarlayın. Çıkış dalga şeklini gözlemleyin ve sonucu Tablo 14-1'e kaydedin.
- 3. Giriş frekansını 1270Hz olarak değiştirin ve 2. adımı tekrarlayın.
- 4. FSK modülatör devresini KL-94003 modülü üzerinde tamamlayın. 150Hz TTL kare dalga işareti FSK modülatörünün girişine bağlayın.
- 5. FSK modülatör çıkışını FSK demodülatör girişine bağlayın. Osiloskop kullanarak, demodüle edilmiş çıkış işaretini gözlemleyin ve Tablo 14-2'ye kaydedin. Eğer demodüle edilmiş işaret elde edilemezse, FSK giriş frekansları 1070Hz ve 1270Hz'i kontrol edin.
- 6. FSK modülatörünün giriş frekansını 200Hz olarak değiştirin. Osiloskopun dikey girişini DC aralığa ayarlayın ve çıkış dalga şeklini gözlemleyin. Sonucu Tablo 14-2'ye kaydedin.

Tablo 14-1
($V_{in}=2V_{p-p}$)

Giriş Frekansı	Giriş Dalga Şekli	Çıkış Dalga Şekli
1070 Hz		
1270 Hz		

Tablo 14-2

FSK Modölatörü (Fig.13-2) Giriş Frekans	FSK Demodölatörü Giriş Dalga Şekli	FSK Demodölatörü Çıkış Dalga Şekli
150Hz		
200Hz		

14.5 SORULAR

1. Fig. 14-2'deki LM565 devresinde bulunan VCO'nun serbest çalışma frekansını hangi elemanlar belirlemektedir.
2. Fig. 14-2'deki $\mu A741$ 'in kullanım amacı nedir?
3. LM565'in 6. pininin görevi nedir?
4. LM565 çıkışı ile karşılaştırıcı girişi arasındaki çok katlı alçak geçiren filtrenin amacı nedir?