



## Frekans Sentezörü

### AMAÇ

1. Frekans sentezörlerinin çalışma prensibinin incelenmesi.
2. Frekans sentezörlerinin karakteristiklerinin ölçülmesi.

### TEMEL KAVRAMLARIN İNCELENMESİ

Basit olarak, bir frekans sentezörü, bir frekans kaynağıdır. Bu frekans kaynağının çıkış frekansı, giriş referans frekansının bir tam sayı katına eşittir. Fig. 15-1'de tipik bir frekans sentezörü görülmektedir. Bu frekans sentezörü, bir faz kilitlemeli çevrim(PLL), bir gerilim kontrollü osilatör(VCO), bir faz detektörü ve bir N-sayı bölücüsünden oluşmaktadır.

Fig. 15-1'de bulunan PLL yapısındaki faz detektörü ortalama bir gerilim değeri üretir. Bu gerilim değeri giriş referans frekansı  $f_{ref}$  ve N sayısı ile bölünmüş çıkış frekansı  $f_o/N$  arasındaki fark ile orantılıdır. Faz detektörünün çıkış gerilimi, alçak geçiren filtre(LPF) ile filtrelendikten sonra gerilim kontrollü osilatörün(VCO) girişine uygulanır. VCO'nun bu giriş gerilimine karşılık çıkışta  $f_o$  çıkış frekansı üretilir ki bu frekans kilitleme esnasında giriş referans frekansının N katına eşittir.

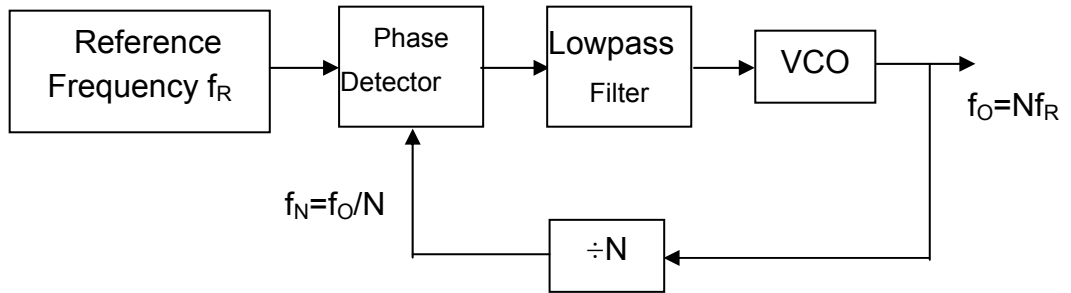


Fig. 15-1 Tipik bir frekans sentezörünün blok diyagramı.

PLL kilitleme durumunda çalışırken, referans ve VCO çıkışı arasındaki ilişki aşağıdaki gibidir;

$$f_R = f_N = f_o / N \text{ ya da } f_o = N f_R$$

Frekans sentezörü, çıkış frekansı giriş referans frekansının N katı olan bir frekans üreticidir. Bu nedenle, mükemmel bir frekans sentezörü için hassas ve kararlı bir referans frekansı gerekmektedir. Genellikle bu amaç için bir kristal osilatör kullanılmaktadır.

## Transfer Fonksiyonu ve Geçici Cevap(Transient Response)

Transfer fonksiyonun yada geçici cevabın analizi, frekans sentezörü tasarımında önemli bir tekniktir. Fig. 15-7'de gösterilen temel frekans sentezörü yapısının blok diyagramında belirtildiği gibi, her bloğun karakteristiği kendi transfer fonksiyonu ile ifade edilir.

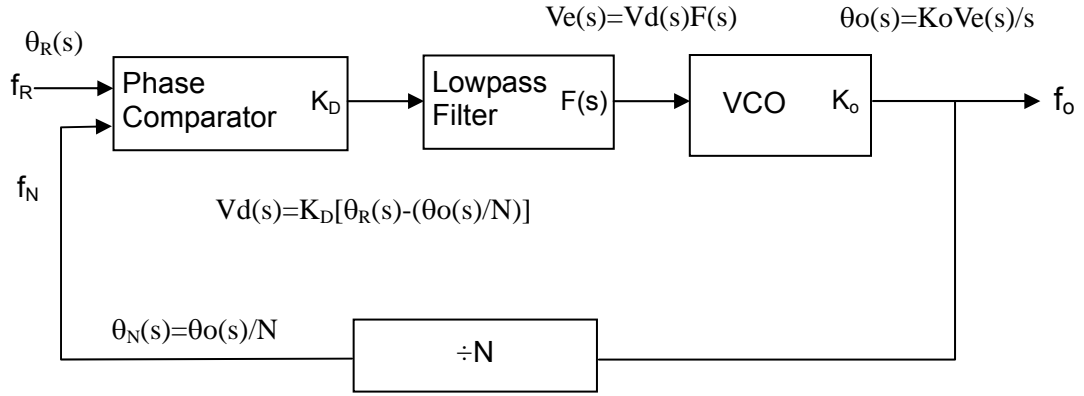


Fig. 15-7 Frekans sentezörünün transfer fonksiyonu.

Fig. 15-7'de  $\theta_R$  , referans işaretin fazını,  $\theta_o$  , VCO çıkış işaretinin fazını göstermektedir. Faz karşılaştırıcısının çıkışı, bu iki fazın farkının çevrim kazancı  $K_D$  ile çarpımına eşittir ve aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$V_d = K_D(\theta_R - \theta_N) = K_D\Delta\theta$$

$\Delta\theta$  faz hatasından kaynaklanan  $V_d$  gerilimi, alçak geçiren filtreden geçer ve böylelikle istenmeyen yüksek frekans bileşenleri süzülür. VCO çıkış frekansı, LPF çıkış gerilimi  $V_e$  ve çevrim kazancı  $K_o$  ile belirlenir.

$$\omega_o = K_o \times V_e$$

$\omega_o$  yerine  $d\theta_o/dt$  yazarsak aşağıdaki denklemi elde ederiz.

$$d\theta_o/dt = K_o \times V_e$$

Yukarıdaki denklemin Laplace dönüşümünü alalım.

$$L(d\theta_o/dt) = s\theta_o(s) = K_o \times V_e(s)$$

Bu nedenle,  $\theta_o(s) = (K_o.V_e(s))/s$  şeklinde elde edilir. Kısaca, VCO çıkış fazı, kontrol gerilimi  $V_e$  değerinin bir tam sayı ile çarpımıyla doğru orantılıdır.

Fig. 15-7'de bulunan blokların Laplace dönüşümleri aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$V_d(s) = K_D[\theta_R(s) - \theta_N(s)]$$

$$V_e(s) = F(s)V_d(s)$$

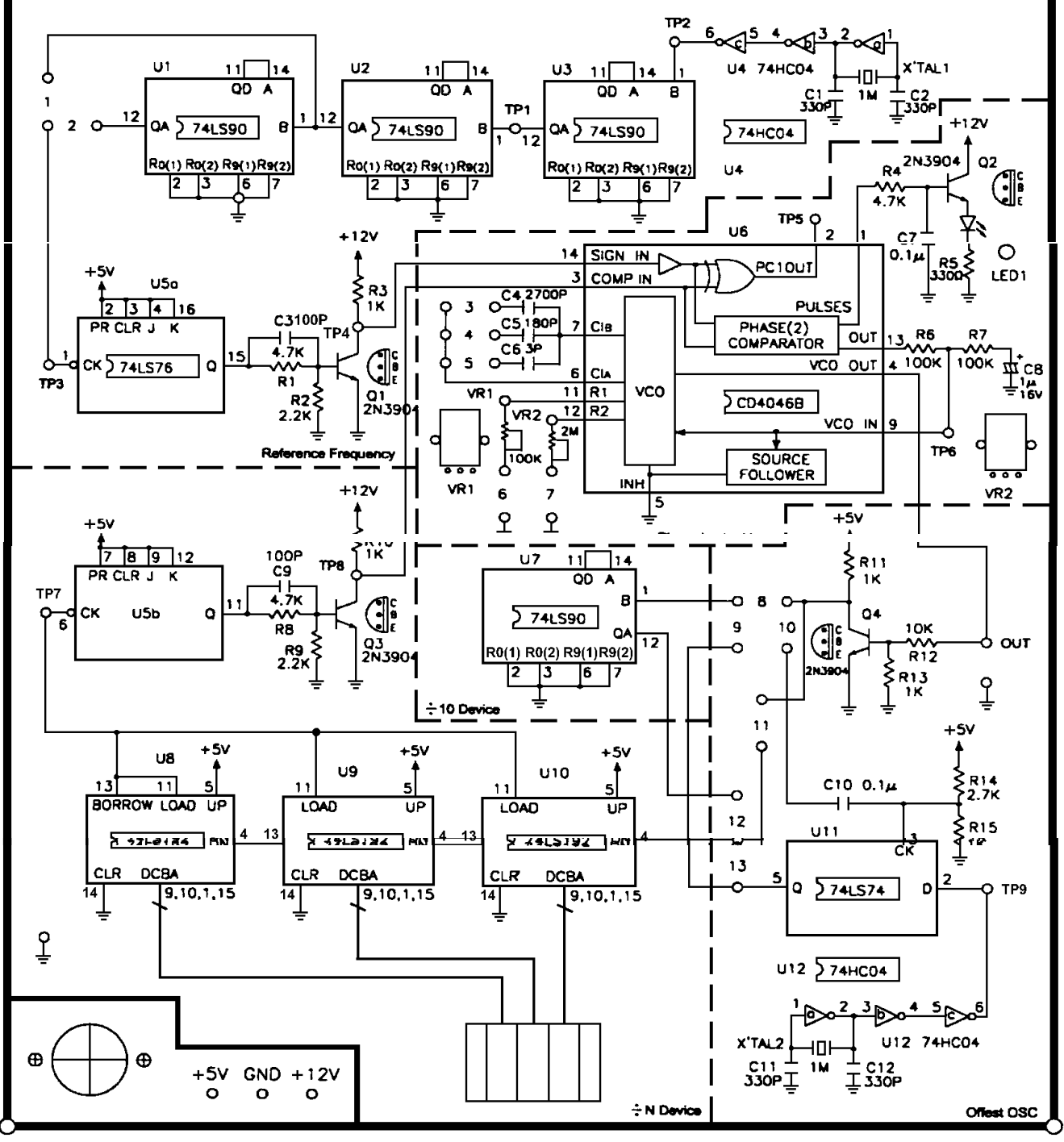
$$\theta_o(s) = [K_o.V_e(s)]/s$$

$$\theta_N(s) = [\theta_o(s)]/N$$

Frekans sentezörünün transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$H(s) = \frac{\theta_o(s)}{\theta_R(s)} = \frac{K_o K_D F(s)}{s + K_o K_D F(s) / N}$$

# PLL Frequency Synthesizer



## GEREKLİ EKİPMANLAR

1. KL-96001 Modülü
2. KL-93005 Modülü
3. Osiloskop

## DENEYLER VE KAYITLAR

### *Tipik Frekans Sentezörü*

- 1. Tipik bir frekans sentezörünü oluşturmak için, aşağıdaki devre kısımlarına ihtiyaç duyulur.
  - (1) Referans frekans kısmı
  - (2) PLL kısmı
  - (3) N bölücü kısmıBu kısımları, PLL frekans sentezörü modülü üzerine yerleştirin.
- 2. Referans frekans ölçümü.
  - (1) Pozisyon 2'ye bir jumper yerleştirin.
  - (2) Osiloskop kullanarak, dalga şekillerini ve test noktalarındaki frekansları ölçün ve Tablo 15-1'e kaydedin.
- 3. VCO giriş gerilimine karşılık çıkış frekansının ölçülmesi.
  - (1) Jumper'ı pozisyon 2'den kaldırın. Devreyi kapatın ve DMM kullanarak VR1'i 10KΩ ve VR2'yi 1.4MΩ'a ayarlayın.
  - (2) Jumper'ları 3 ve 4 pozisyonlarına yerleştirin. Osiloskopun CH1 IN girişini, Çıkış terminaline (VCO OUT) bağlayın. KL-96001 üzerindeki 0-15VDC beslemeyi TP6(VCO IN)'ya bağlayın. Farklı DC gerilimler için frekansları ve dalga şekillerini ölçün ve Tablo 15-2'ye kaydedin.
  - (3) Fig. 15-16 üzerine, Tablo 15-2'deki sonuçlara göre VCO gerilim frekans karakteristiğini çizin.
  - (4) Pozisyon 7(VR2 bağlı) üzerine bir jumper bağlayın. (2) ve (3) adımlarını tekrar edin. Tablo 15-3'e sonuçları kaydedin. Fig. 15-17 üzerine karakteristiği çizin.

Tablo 15-1 Referans frekans ölçümü.

Test Noktası	Frekans	Dalga Şekli
TP2		
TP1		
U2 pin12		
U1 pin 12		
TP4		

Tablo 15-2 VCO giriş gerilimi - çıkış frekans karakteristiği

TP6 Giriş DC Gerilimi (V)	OUT Çıkış Dalga Şekli&Frekans (KHz)
0	
0.5	
1	
1.5	
2	
2.5	
3	
3.5	
4	
4.5	
5	
5.5	
6	
6.5	
7	
7.5	
8	
8.5	
9	
9.5	
10	

Tablo 15-3 VCO giriş voltajı vs çıkış frekans karakterleri(VR2 bağlı)

TP6 Giriş DC Gerilim (V)	OUT Çıkış Dalga Şekli&Frekans (KHz)
0	
0.5	
1	
1.5	
2	
2.5	
3	
3.5	
4	
4.5	
5	
5.5	
6	
6.5	
7	
7.5	
8	
8.5	
9	
9.5	
10	



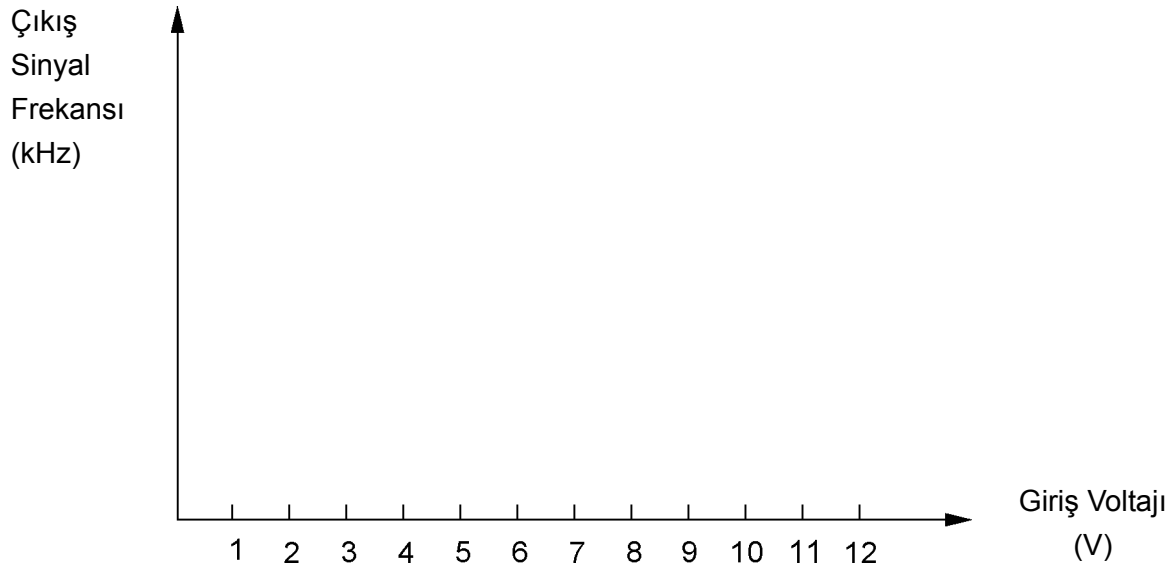


Fig. 15-16 Çıkış frekansı – giriş gerilimi karakteristiği.

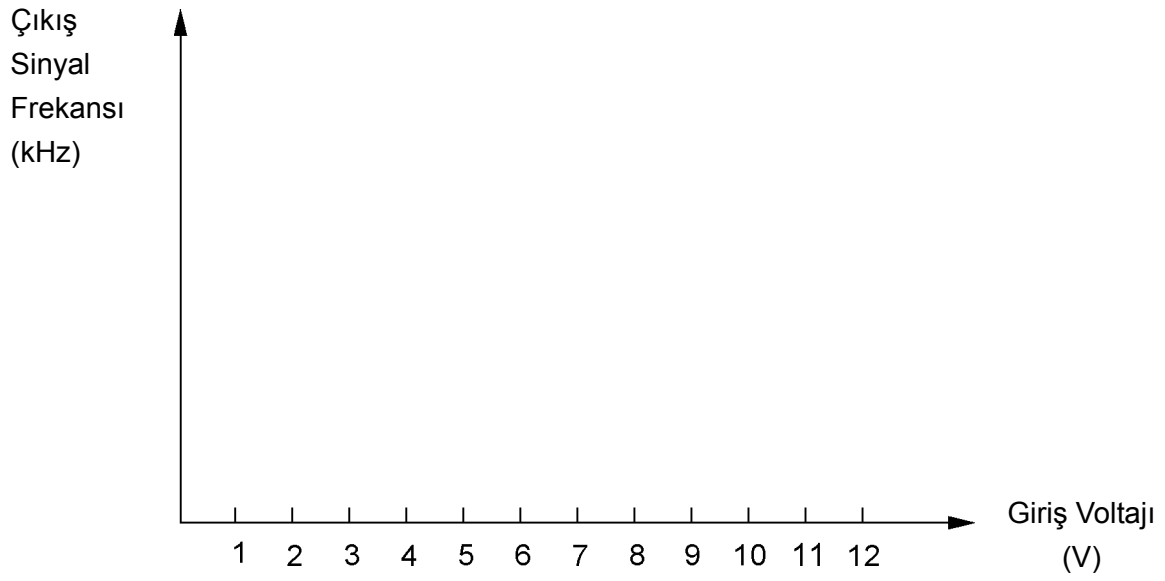


Fig. 15-17 Çıkış frekansı – giriş gerilimi karakteristiği.

## SORULAR

1. Frekans sentozü türlerini araştırınız.  tanesinin çalışma prensiplerini blok diyagramları ile birlikte açıklayınız.
2. Tip I ve Tip II alçak geçiren filtre kullanılan frekans sentezleyicilerin transfer fonksiyonunu hesaplayarak bulunuz.
3. PLL kısmındaki VCO'nun frekans aralığı nedir?