



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.

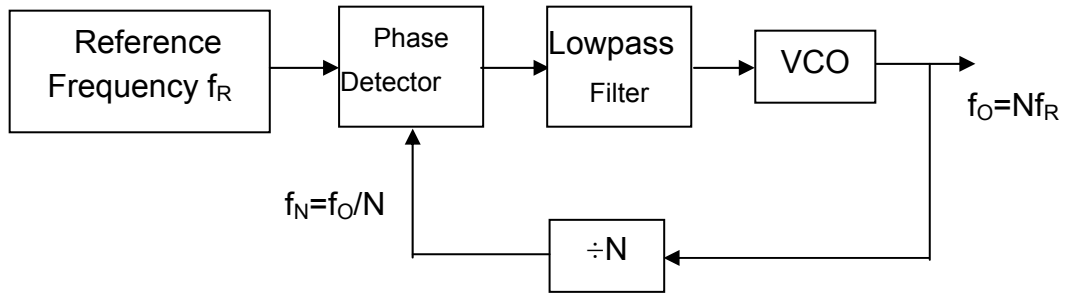


Fig. 15-1 Tipik bir frekans sentezörünün blok diyagramı.

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.

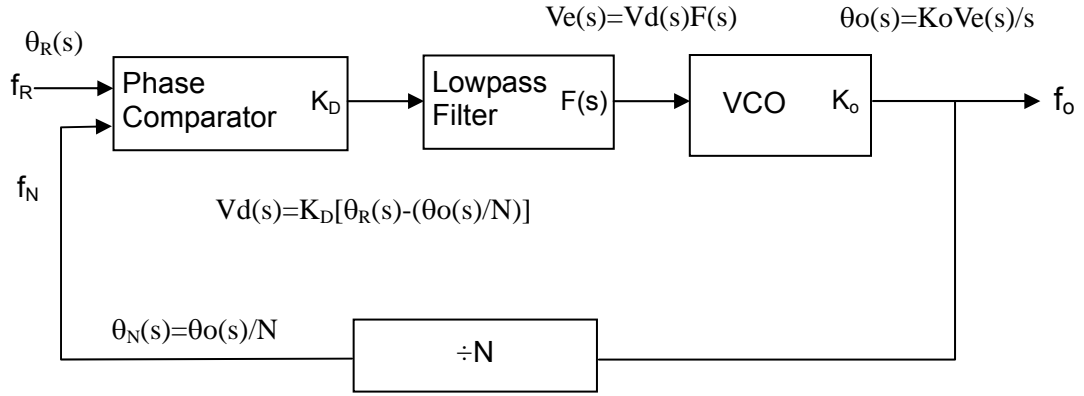


Fig. 15-7 Frekans sentezörünün transfer fonksiyonu.

Fig. 15-7'de θ_R , referans işaretin fazını, θ_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.

$$\omega_o = K_o \times V_e$$

ω_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;

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

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

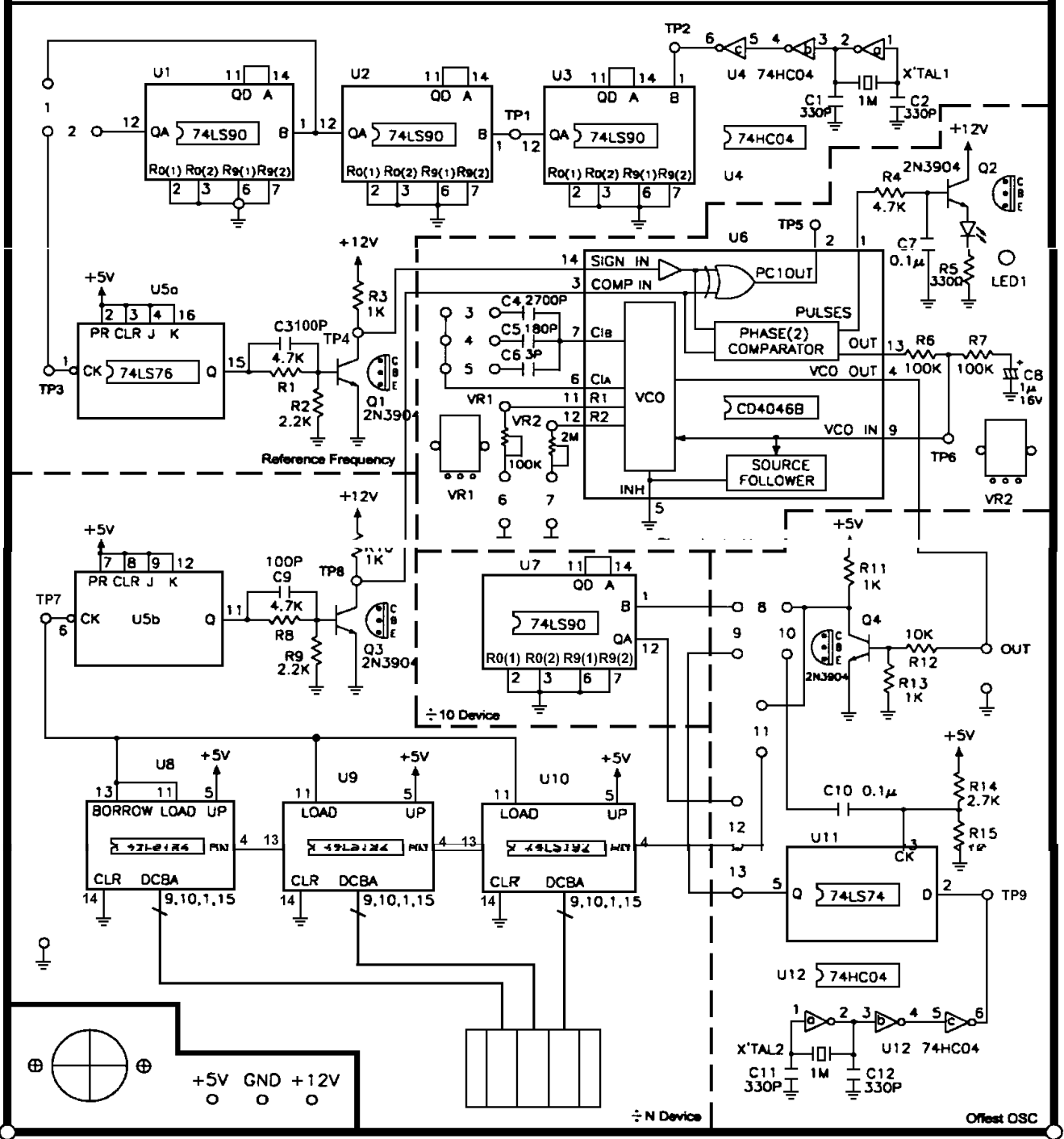
$$\theta_o(s) = [K_o.V_e(s)]/s$$

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

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 Sintezörü

- 1. Tipik bir frekans sintezörünü oluşturmak için, aşağıdaki devre kısımlarına ihtiyaç duyulur.
 - (1) Referans frekans kısmı
 - (2) PLL kısmı
 - (3) N bölücü kısmıBu kısımları, PLL frekans sintezörü 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, 4 ve 6 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	

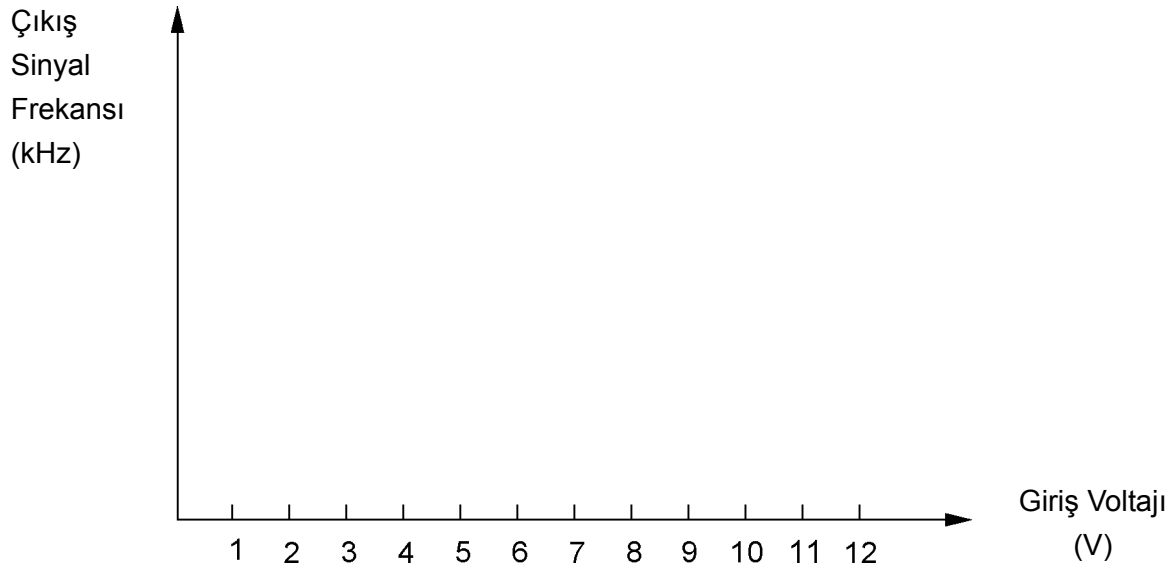


Fig. 15-16 Çıkış frekansı – giriş gerilimi karakteristiği.

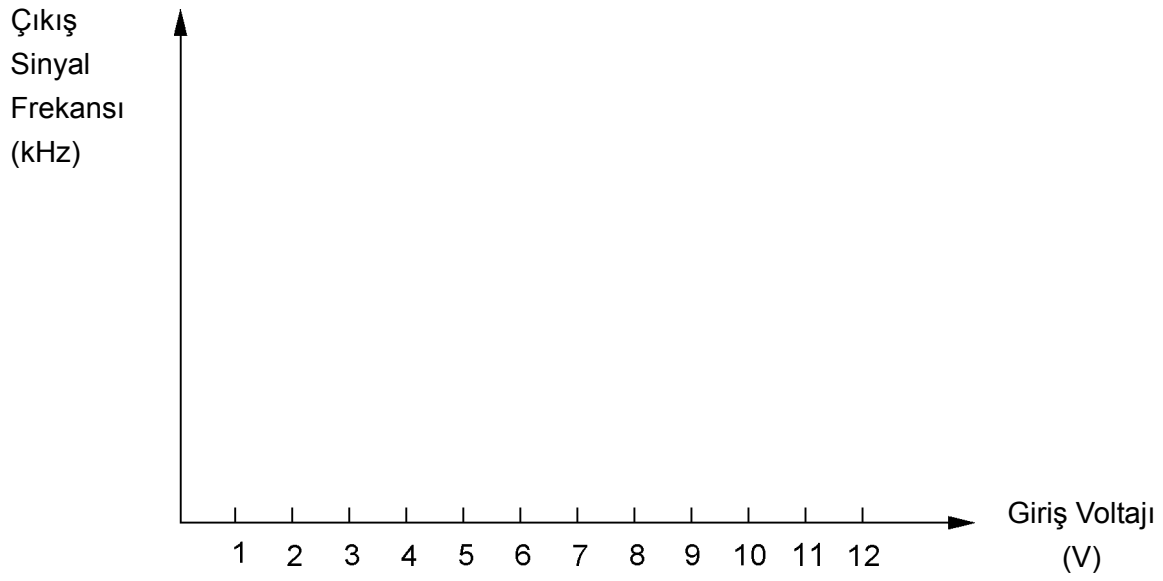


Fig. 15-17 Çıkış frekansı – giriş gerilimi karakteristiği.

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?
4. VR1 ve VR2'nin işlevlerini açıklayınız.