

Fiber Optik Haberleşmesi Dersi

Ankara Üniversitesi Elmadağ Meslek Yüksekokulu

Öğretim Görevlisi : Murat Duman

Mail: mduman@ankara.edu.tr

(Bu çalışma ETEK TECHNOLOGY CO., LTD. tarafından hazırlanmış Optical Fibers Communication Systems isimli deney kitabı esas alınarak hazırlanmıştır.)

Hafta 10-11

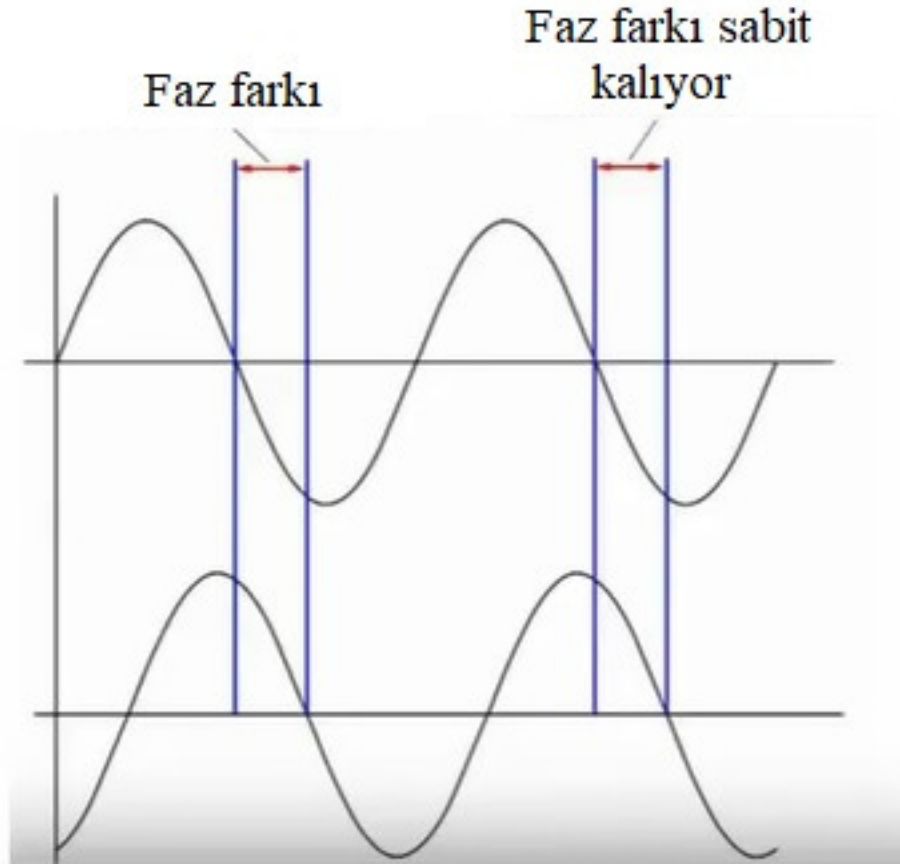
Bölüm 9: PLL: Faz Kilitlemeli Döngü (Phase Locked Loop)

PLL: Voltaj kontrollü osilatörün (VCO) çıkış frekansının güvenilir bir osilatör frekansı ile karşılaştırılarak VCO çıkış frekansının stabil kalmasını sağlayan geri besleme sistemidir. Dolayısıyla bu sistem frekans modülatörü devrelerinde kullanılır.

Osilatörler; gürültü ve sıcaklık gibi dış etmenlere karşı hassas devrelerdir. Bu nedenle çıkış frekansları her zaman stabil değildir. Örneğin; VCO girişinde sabit genlik varken çıkışta sabit frekans olması istenir yani frekansta salınım istenmez. Bu nedenle PLL'e ihtiyaç duyulur.

Güvenilir bir osilatör frekansı ile kıyaslama olayı iki sinyalin fazları kıyaslanarak gerçekleştirilir. Şekil 9.1.'de ilgili şekil verilmiştir. İki sinyal arasındaki faz farkı sabit kalıyorsa; bu iki sinyalin frekanslarının aynı olduğu anlamına gelir.

İlgili kıyaslama işlemi VCO ile stabil osilatörün faz açılarının kıyaslanması yolu ile yapılır. İki sinyalden kasıt; VCO çıkış sinyali ile stabil osilatör çıkışındaki sinyaldir.



Şekil 9.1. İlgili şekil

Şekil 9.1.'de verilen sinyaller aynı frekanstadır. Çünkü; ikisi arasındaki faz farkı sabit kalmaktadır. Bu şekilde dolaylı olarak iki sinyalin frekansı kıyaslanmış olur.

Eğer iki sinyal arasındaki faz farkı sabit kalmıyorsa; bu iki sinyalin frekanslarının aynı olmadığı anlamına gelir. PLL sistemindeki geri besleme yardımıyla stabil osilatör çıkış frekansı ile VCO çıkış frekansı eşitlenir.

PLL; bir VCO ile bir faz karşılaştırıcısını geri besleme ile birbirine bağlayan sistemdir. Böylece VCO'nun bir referans sinyaline göre sabit faz açısı tutturması sağlanmış olur.

PLL sayesinde örneğin; yüksek frekanslarda düşük frekanslı stabil bir sinyal referans alınarak yüksek frekanslı stabil çıkış sinyali elde edilebilir.

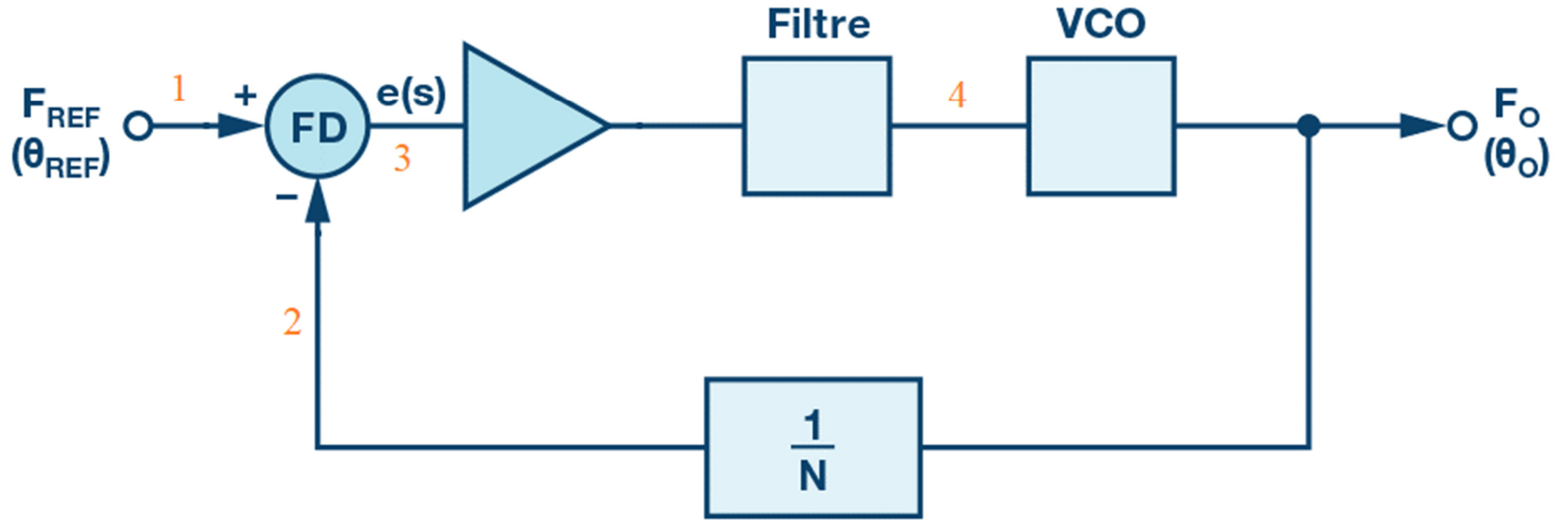
VCO stabil yüksek frekanslı çıkış üretmez.

VCO sıcaklık ve gürültüden etkilenir.

Dolayısıyla VCO'nun girişinde sabit voltaj varken çıkış frekansının sabitlenmesi gerekir.

Bunun için stabil olan bir referans osilatöre ihtiyaç vardır!

Şekil 9.2.'de PLL yapısının blok şeması verilmiştir.



Şekil 9.2. İlgili şekil

İlgili şekilde;

FD: Faz dedektörünü,

F_{ref} : referans frekansını, F_{out} : çıkış frekansını,

θ_{ref} : referans faz açısını, θ_o : çıkış faz açısını,

$e(s)$: hata sinyalini temsil etmekte olup kullanılan filtre bir alçak geçiren filtredir.

VCO; yüksek frekanslarda çalışır ancak stabil değildir.

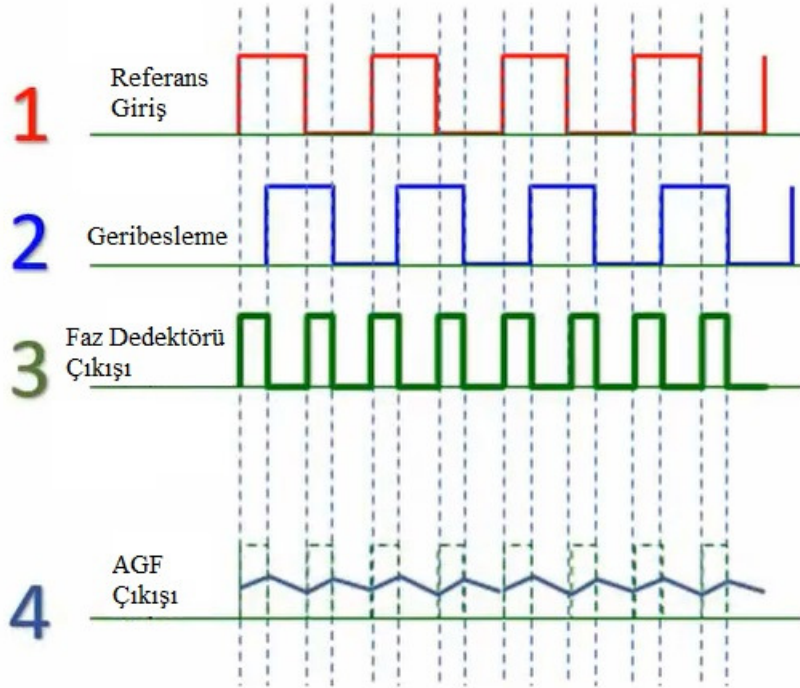
Referans osilatör düşük frekanslarda çalışır (yüksek frekanslarda çalışamaz) ama stabil değildir. Referans osilatör olarak kristal osilatörler kullanılır.

Düşük frekanslarda çalışan stabil osilatörler VCO'nun çıkış frekansını kontrol edebilmek için arada frekans bölücü kullanılır.

Yükselteç olarak bir opamp devresi, AGF olarak ise bir RC devresi kullanılabilir.

Frekans bölücünün kullanımına örnek vermek gerekirse VCO'nun 2 GHz civarında çalıştığını düşünelim. Stabil osilatör 2 MHz çıkış üretsin. Frekanslarda kıyas yapabilmek için frekans bölücünün çıkış frekansını 1000'e bölmesi gerekmektedir. VCO; 2.1 GHz çıkış üretirse frekans bölücünün çıkışında 2.1 MHz olur. Bu durumda iki osilatör arasında 100 kHz'lik bir fark vardır. Geri besleme yoluyla bu 100 kHz'lik fark sıfırlanmaya çalışılır. Böylece VCO çıkışında 2 GHz'lik stabil çıkış gerçekleştirilmiş olur. Frekans bölme işlemi flip-flop'lar aracılığıyla gerçekleştirilir. Örneğin; VCO çıkışı kare dalga olsun. Flip-flop devresi 1000 adet yükselen kenar saydığı anda çıkışında bir yükselen kenar üretirse ilgili frekans bölme işlemi gerçekleştirilmiş olur.

Şekil 9.2.'de numaralandırılmış yerlere gelen sinyaller Şekil 9.3.'te verilmiştir.



Şekil 9.3. İlgili şekil

1 ve 2 numaralı sinyallerin kıyaslanarak 3 numaralı sinyalin elde edilmesi için XOR kapısı kullanılır. 4 numaralı sinyali üretmek için bir AGF kullanılır. Çünkü 3 numaralı sinyalle osilatörün çıkış frekansını kontrol edebilmek için DC bir sinyale ihtiyaç vardır.