

# Elektronik Gürültü ve Filtreler

**I**LETİŞİM çağının yaşandığı günümüzde, bilgileri aktarmak için elektronik sinyaller kullanılmaktadır. Bu sinyaller çok farklı ortamlardan geçerek bir uçtan bir uca gönderilir. Kimi zaman ortam basit bir tel kablodur. Kimi zaman da hava, su ve hatta uzayın sonsuz boşluğudur. Bilgi bazen çok karmaşık veya çok basit, bazen değişken ya da tekdüze bir sinyalden oluşur. Aktarılan bilgi her ne olursa olsun ya da hangi ortamdan geçerse geçsin, hemen her zaman istenmeyen başka sinyallerle karışır. Bu tür istenmeyen sinyallere gürültü denir.

Gürültüyü oluşturan bir çok neden vardır. Bunların arasında; sistemi besleyen enerji kaynağının çalışmasından oluşan, elemanların çalışmasından kaynaklanan, veri yani sinyaller iletilirken ya da doğal ortamda oluşan gürültüler sayılabilir. Örneğin, havadan iletilen sinyaller üzerinde, temel olarak iki yolla gürültü oluşur. Birincisi, tamamen doğal olarak uzaydaki ışımalarından kaynaklanan veya atmosferik olaylarla ortaya çıkan gürültüdür. İkincisi ise, havada iletilen diğer sinyallerin birbirleri üzerinde yarattığı elektromagnetik gürültüdür. Bu da, sinyalin üzerine yüksek frekanslı başka bir frekansın karışması sonucunda oluşur. Örneğin orta dalga ya da uzun dalga radyo yayınında karşılaşılan en önemli sorun budur. Hareketli bir araçta, eğer orta ya da uzun dalgadan bir yayın dinleniyorken, yüksek gerilim hattının yakınından geçilirse; yüksek gerilim hattının oluşturduğu yüksek elektromagnetik dalganın etkisinde kalınır ve yayın, hattın etkisi geçinceye kadar dinlenemez hale gelir. Bu da gösteriyor ki, her ne sebeple olursa olsun gürültü, bilgi kaybına yol açar.

Gürültü, genel olarak yüksek frekanslı dalgalar halinde olduğu için, gü-

rültüden az etkilenen ve yüksek frekansla iletişim sağlayan yeni iletişim sistemleri ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerden olan FM bandı, radyo iletişiminde; UHF ve VHF bantları da televizyon iletişiminde kullanılmaktadır. Bu sistemlerin en büyük sorunu ise, kullanılan teknolojinin yeterince iyi olmaması durumunda; iletilen sinyallerin çakışıp, bir bakıma gürültü benzeri bir durum yaratmalarıdır. Örneğin, radyo yayımlarında aynı anda iki veya daha çok kanalı duymak ya da televizyonda seyredilen kanalın görüntüsünün altında ikinci bir zayıf görüntünün yer alması bundan kaynaklanır.

Bir de, kasıtlı olarak gürültü bindirilmiş sinyaller vardır. Bunlara halk dilinde şifreli yayın denir. Burada, gönderilen sinyalin üzerine yayımı yapan kurum tarafından belirlenen değerlerde, yüksek frekanslı başka bir sinyal karıştırılır. Sinyal alıcılara ulaşsa bile, eğer çözücü yoksa, görüntü ve/veya ses anlaşılmaz duruma gelir. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında, Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilen şifreli yayın sistemi, telsiz iletişiminde kullanılmıştır. O dönemde elektronik teknolojisi gelişmiş olmadığından, bu tür şifreli yayınlar karşı kuvvetler tarafından deşifre edilemiyordu.

Bazen özel amaçlar için gereksinme duyulsa da, gürültü genel olarak istenmeyen bir olgudur. Ondandır kurtulmanın yolu ise filtre devreleri ya da sistemleri kullanmaktır. En basit filtre elemanı kapasitördür. Devre besleme girişine paralel olarak bağlanan yüksek mikrofaradlı bir kondansatör, besleme kaynağından çıkan yüksek frekanslı gürültülerin büyük bir kısmını yok eder. Burada, gelen sinyal üzerindeki frekans, kapasitörün dolma-boşalma hızından yüksek olduğu

için; kapasitör, sürekli sabit bir jirdi varmış gibi, sürekli sabit bir çıktı elde etmemizi sağlar. Bu sebepten dolayı temel olarak tüm filtre devrelerinde kapasitör mevcuttur.

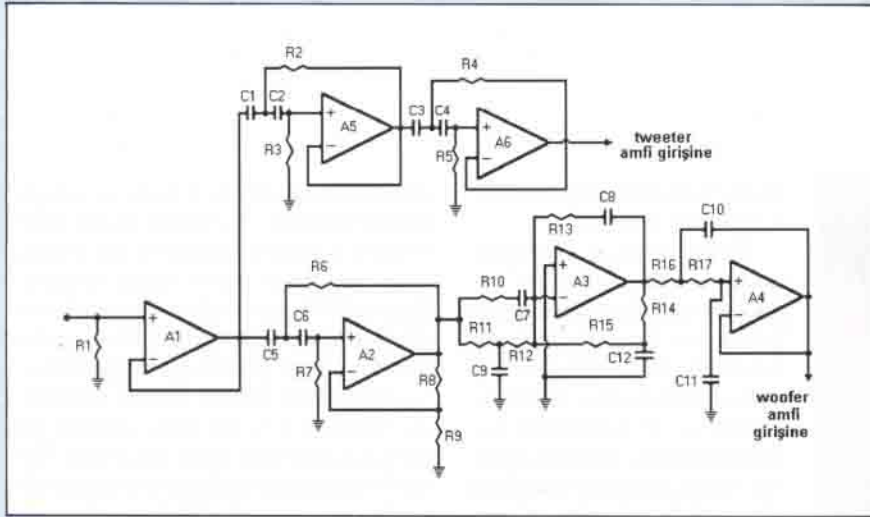
En basit filtre devresi olan RC devresi, bir adet kapasitör ve dirençten oluşur. Daha çok besleme devrelerinde bulunan RC devreleri, şehir şebekesindeki alternatif sinyali, doğrusal bir sinyale dönüştürmekte kullanılmaktadır. RC devreleri, genel olarak basit ve kaba bir filtreleme yapar. Bu nedenle gürültüyü frekans ayırdetmeden filtreler. Bir de gürültü dışında kalan ya da gürültü karışmış, yüksek frekanslı sinyaller vardır ki, RC devreleri bu tür sinyaller için kullanılamaz. Eğer böyle bir sinyal içinde RC devresi kullanırsak, gereksinme duyduğumuz sinyali kaybederiz. Bu tür sinyaller için ise yaygın olarak OP-AMP'lı filtre devreleri kullanılmaktadır. Kendi içinde sınıflara ayrılrsa da, OP-AMP filtre devreleri kullanım alanlarına bağlı olarak dört ana grupta toplanabilir.

- Aktif Alçak Geçiş Filtre Sistemleri: Bu tür sistemlerde, gelen sinyalin belirli bir frekansa kadar olan kısmı geçirilirken, belirli bir frekanstan sonrası yani yüksek frekanslar filtrelendir.

- Aktif Yüksek Geçiş Filtre Sistemleri: Bu tür sistemlerde ise belirli bir frekansa kadar geçiş olası değilken, belirli bir frekanstan sonrası filtreden geçer. Yani diğer bir deyişle düşük frekanslar filtrelendir.

- Bant Geçiren Filtre Sistemleri: Bu tür sistemler, istenen aralıktaki frekansları geçirirken, diğer tüm frekansları filtreler. Aktif yüksek geçiren filtre sistemleri, kullanılan OP-AMP'ın çalışma frekanslarına bağlı olarak; yüksek frekans bölgesinde bir çeşit Bant Geçiren Filtre sistemi gibi de çalışır. Bunun sebebi,





belirli bir frekans limiti aşıldıktan sonra; OP-AMP entegresinin CUT-OFF durumuna gelmesidir. İki sistem arasındaki fark ise şöyle açıklanabilir. Bant geçiren filtre sistemi, dar ve üst sınırı değiştirilebilen bir bant aralığına sahiptir. Oysa aktif yüksek geçiren sistemin, çalışma frekans bölgesine bağlı olarak, alt sınırı belirlenebilir. Buna karşın, üst sınırı OP-AMP limitine bağlı olup, oldukça geniş bir bant aralığına sahip bulunmaktadır.

- Bant Durduran Filtre Sistemleri: Bu sistemlerin çalışma şekli ise bantgeçirenlerin aksine, sadece belirli bir bölgedeki frekansları süzmesi ve diğer tüm frekansları, çalışma limitlerini aşmadığı sürece geçirmesidir. Filtre devrelerinin, elektroniğin hemen her alanında olduğu

gibi, ses yayınında da geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Herkesin en azından adını duyduğu ekolayzer ve miks sistemleri, içlerinde bu tür devreler barındırır. Örneğin ekolayzer içinde bir seri farklı frekans aralığında, bant durduran veya geçiren filtre devresi vardır.

Gelişen bilgisayar teknolojisinin son ürünlerinden biri de, dijital filtre sistemleridir. Bu tür sistemlerde sinyal, sayısal hale getirilir ve istenmeyen tüm bilgiler sayısal olarak temizlenip, tekrar analog haline dönüştürülerek saklanır. Özellikle son yıllarda bu tür yenilemeler, temelde sayısal bir veri saklama şekli olan kompakt diskler üzerine kaydedilmektedir. Bu teknolojinin yardımı ile önemli ve yeniden yapılması imkansız olan, ayrıca dönemin teknolojisine bağlı

olarak çok fazla gürültü içeren kayıtlar, bilgisayarlar yardımıyla temizlenmekte ve tekrar kaydedilmektedir. Ünlü bestecilerin eski kayıtlarının kompakt disk haline getirilmesi bu tür filtreleme tekniklerine güzel bir örnektir.

## Woofer - Tweeter Filtre Devresi

Şekilde görülen devre, Linkwitz-Riley bant geçiren filtre sisteminin bir örneği olup Electronics World + Wireless World dergisinin Şubat 1994 sayısında yayınlanmıştır. Ses çıkışındaki güç yükselticilerinden önce kullanılması gereken bu devre, Woofer (alçak titreşimli ses hoparlörü) ve Tweeter (tiz sesler için küçük hoparlör) çıkışlarını düzenlemeye yarayan bir seri filtre sistemi içermektedir.

Devrede verilmiş olan TL072 OP-AMP entegreleri,  $\pm 15$  V ile beslenmelidir. Bu artı-eksi besleme, basit bir voltaj bölücü devre ile elde edilebilir.

### Devre için gerekli parçalar

- Dirençler**
- 1, 6, 7, 10, 13 = 56 K $\Omega$
  - 2, 3 = 12 K $\Omega$
  - 3, 5 = 22 K $\Omega$
  - 8, 9 = 15 K $\Omega$
  - 11, 12 = 100 K $\Omega$
  - 14, 15 = 820 K $\Omega$
  - 16, 17 = 4.7 K $\Omega$

### Kapazitörler

- 1, 2, 3, 4 = 2.7 nF
- 5, 6 = 100 nF
- 7, 8 = 4.7 nF
- 9 = 10 nF
- 10 = 3.3 nF
- 11 = 33 nF
- 12 = 68 nF

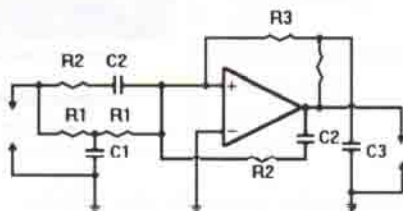
### Entegreler

A1-A6 = TL072 (3 off)

## Elektronik Notları

OP-AMP filtreler, kullanım amaçlarına göre dört değişik türde olmalarına karşın; devre şekillerine ve istenen duyarlılığa göre belli sınıflara ayrılır. Bu duyarlılık, dB (desibel) cinsinden ölçülmekte olan filtreleme sınır değerlerindeki duyarlılıktır. En basit olanlar birinci dereceden filtrelerdir. Bunu ikinci ve üçüncü dereceden olan Butterworth filtreleri izler. Ayrıca Bessel ve Chebyshev filtre sistemleri de vardır. Bu sistemlerde filtreleme mantığı prensipte aynı, sadece elektronik düzenek açısından farklıdır. Bant geçiren veya durduran sistemler ise, temelde iki gruba ayrılır. Birinci grup aktif filtrelerin ardarda bağlanması ile elde edilir. Bu grup pratikte fazla eleman içerdiği için pek kullanışlı değildir. İkinci grupta ise tek başına sistemi oluşturan bir devre bulunur. Bu ikinci sınıf bant filtreleri çoğunlukla tek bir OP-AMP içerdiği için, oldukça kullanışlı ve

ucuzdur. Bunların arasında en yaygın olarak bilineni "çok geri dönüşlü" diye tanınır. Bunun sebebi çıkış noktasının birden çok bağlantı ile giriş noktalarını uyarmasıdır. Linkwitz-Riley filtresi bu tür bir sistemdir. Özellikle audio sistemlerin ses çıkış katlarında, bas ses ayarlamalarında kullanılmaktadır. Sistem, güç yükselticilerinden önce konulmaktadır. Filtre, sesin bas bölgesini derinlemesine kapsamakta ve filtre konmamış bir sisteme göre daha iyi bir geçiş bölgesi yaratmaktadır. Sistem, tek bir OP-AMP kullanılarak elde edilmiş olmasından dolayı son derece ucuzdur.



Linkwitz Filtresi