

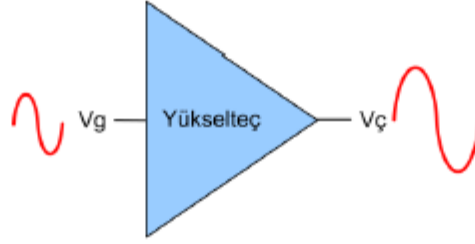
**ŐİŐLİ MESLEKİ EĞİTİM MERKEZİ**  
**2020 MAYIS UZAKTAN EĞİTİM DERS NOTLARI**

**Alan/Dal Adı : Elektrik Tesisatları ve Pano MonitörlüĐü**  
**Ders Adı : Arıza Analizi**  
**Dersin Sınıf Düzeyi : 11. Sınıf**  
**Konu : OP-Ampın Yapısı**  
**Konu Tarihi Aralık : 11-170 Mayıs 2020**  
**Ders Öğretmenleri : Levent Özden**

**Mayıs 2020, İstanbul**

# 1. OP-AMPIN YAPISI

## 1.1. Genel Amplifikatörlerin Özellikleri



Şekil 1.1: Yükselteç sembolü ve yükseltme

Elektronik sistemlerle işlenecek sinyallerin hemen hepsi düşük genlikli yani zayıf sinyallerdir. Örneğin insan vücudundan alınan biyoelektrik sinyaller ya da cep telefonumuza ulaşan elektromanyetik dalgalar son derece zayıf elektriksel sinyallerdir. Elektronik sistemlerin pek çoğunda yeterli derecede yükseltilmiş elektriksel sinyallere ihtiyaç duyulur. Elektriksel sinyallerin istenilen derecede kuvvetlendirilmesi için yükselteç (amplifikatör) devreleri kullanılır. Yükselteçler akım ya da gerilim, dolayısıyla güç kazancı sağlamak amacıyla kullanılan devrelerdir. Şekil 1.1’de bir yükseltecin sembolü görülmektedir.

Yükselteç, girişine uygulanan küçük elektriksel sinyalleri, kaynaktan aldığı enerjiyi de kullanarak, devresindeki aktif devre elemanları yardımıyla çıkışına büyütülmüş olarak aktarır. Bunu yaparken güç kaynağından almış olduğu enerjiyi giriş sinyaliyle aynı özellikte, fakat güçlendirilmiş bir çıkış sinyali elde etmek üzere işler. Yani yükseltecin çıkışından alınan elektriksel sinyalin gücü, girişine uygulanan sinyalin gücünden daha büyüktür.

Bir spor salonunda oynanan maçla ilgili anonsların kalabalık bir seyirci topluluğuna duyurulabilmesi amacıyla ses yükselteçleri kullanılır. Ses yükselteçleri mikrofon ile hoparlör arasında çalışır ve herkes tarafından duyulabilmesi için ses gücünü yükseltir. Yükselteçler girişlerine uygulanan sinyalin akım ya da gerilimini yükseltmek suretiyle çıkışta bir güç kazancı sağlar. Şekil 1.2’de bir ses yükseltecinin çalışma prensibi canlandırılmıştır.

Elektrik elektronik teknolojisinde ihtiyaca göre pek çok türden yükselteç kullanılmaktadır. Çalışma şekline göre, kullanım şekline göre, bağlantı şekline göre, frekans durumuna göre, yükün rezonans durumuna göre yükselteçleri sınıflandırabiliriz.

- Düşük frekans yükselteçleri
- Ses frekans yükselteçleri
- Ultrasonik yükselteçler
- Radyo frekans yükselteçleri
- Geniş band yükselteçleri
- Video yükselteçleri
- Enstrümantasyon yükselteçleri
- Küçük sinyal yükselteçleri
- Büyük sinyal yükselteçleri

Her sistemin çalışma standartlarını ifade eden bazı özellikleri vardır. Bu özellikler sistemin tanımlanmasında kolaylıklar sağlamaktadır.

### 1.1.1. Giriş Empedansı

Birden fazla elektronik devre art arda bağlandığında, kaynak devrenin çıkışından, alıcı devrenin girişine doğru bir akım akışı olur. Bu akımın miktarı kaynak devrenin çıkış empedansı ve alıcı devrenin giriş empedansına bağlıdır. Giriş empedansı, bir devrenin kendinden önce gelen devrenin çıkış akımına karşı ne kadar zorluk göstereceği ya da kendinden önce gelen devreden ne kadar akım çekeceğini ifade eden bir özelliğidir. Ohm kanunu ile ilgili bilgilerinizi hatırlayınız.

$$\text{Akım} = \frac{\text{Gerilim}}{\text{Direnc}}}$$



Bir devrenin giriş empedansının düşük olması, kendisinden önce gelen devreden, yani kendisine sinyal sağlayan devreden fazla akım çekmesi, anlamına gelir. Bu durum önceki devrenin yeteri kadar akım verebilmesi, yeteri kadar güçlü olmasını gerektirir.

Yüksek giriş empedansına sahip bir devre ise, kendinden önce gelen devreden az miktarda akım çekerek önceki devrenin aşırı yüklenmesine ve bundan dolayı sinyal bozulmalarına neden olmaz. Dolayısıyla bu tür devrelerin girişine düşük çıkış gücüne sahip başka devreleri herhangi bir yükseltme işlemine gerek kalmadan bağlayabiliriz.

### 1.1.2. Çıkış Empedansı

Bir devrenin çıkış empedansı devrenin çıkışından ne kadar akım çekilebileceğinin, bir başka anlatımla devrenin ne kadar akım verebileceğinin bir göstergesidir. Çıkış empedansı aynı zamanda, bir devrenin çıkış terminali ile toprak arasında görülen empedansı olarak da tarif edilebilir.

Maksimum güç transferi ile ilgili bilgilerinizi hatırlayınız. Bilindiği gibi bir devreden maksimum enerji çekebilmek için devrenin çıkış direnci ile alıcı devrenin giriş direncinin eşit olması gerekir. Eğer önceki devrenin çıkış direnci yük devresinin giriş direnci ile uyumlu değilse bu durumda önceki devrenin çalışmasında sorunlar ortaya çıkacaktır. Kaynak devre bir osilatör ise, çalışma frekansında kayma ya da tamamen osilasyonun durması, bir yükselteç ise kazançta değişme gibi sorunlar ortaya çıkacaktır. Bu tür sorunlar ile karşılaşmamak için kaynak devrenin çıkış direnci ile yük devresinin giriş direncinin birbirine eşit olması hedeflenir.

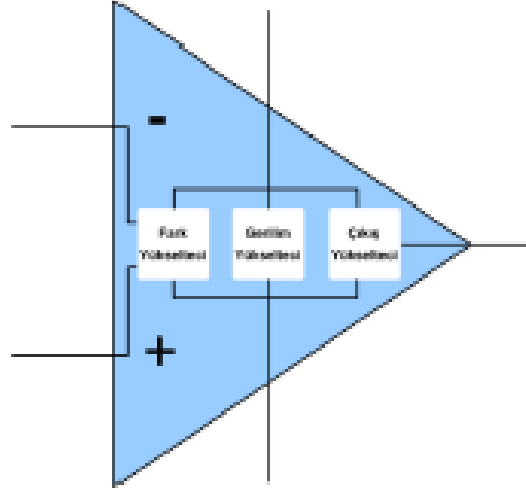
### 1.1.3. Gerilim Kazancı

Yükseltelin girişine uygulanan sinyalin çıkışta ne kadar yükseltildiği "kazanç katsayısı" ile ifade edilir. Kazanç katsayısı ürün bilgi sayfalarında G (gain) ya da Av (Amplitude voltage) olarak gösterilmekte olup, bundan sonraki bölümlerde biz K olarak kullanacağız. Kazanç bir sisteme verilen girdinin çıkışta ne kadar arttığını ifade eden bir katsayıdır ve birimsizdir. Herhangi bir sistemin kazanç katsayısı aşağıdaki bağıntı ile ifade edilebilir.

$$K = \frac{\text{Çıkış Değeri}}{\text{Giriş Değeri}}$$

**NOT:** Yükselteçlerle ilgili ayrıntılı bilgi için "Analog Devre Elemanları" modülüne bakınız.

## 1.2. Op-Ampın Fonksiyonel Blok Diyagramı



Şekil 1.3: İşlemsel yükseltecin fonksiyonel blok şeması

Yüksek kazançlı lineer entegrelere op-amp denir. Op-amp'lar plastik ya da metal gövdeli olarak üretilirler.

İşlemsel yükselteçlerin iç yapıları oldukça karmaşıktır. Ancak bunları kullanabilmek için iç yapılarının ayrıntılarını bilmeye gerek yoktur. İşlemsel yükselteci kullanmak için, dış devre bağlantılarını, temel bazı özelliklerini ve nerede kullanacağını bilmek yeterlidir. Temel olarak işlemsel yükselteç üç ana bölüme ayrılır. Şekil 1.5'te görüldüğü gibi bunlar giriş devresindeki fark yükselteci, kazancı sağlayan gerilim yükselteci ve çıkış yükselteci devreleridir. Bu bölümler aşağıda kısaca incelenmiştir.

### 1.2.1. Fark Yükselteci

İşlemsel yükselteçlerin çalışmasını anlayabilmek için öncelikle fark (diferansiyel) yükselteçlerini kısaca incelemek daha doğru olacaktır. Fark yükselteçleri, işlemsel yükselteçlerin giriş devresinde bulunan en önemli parçasıdır ve çok çeşitli uygulamalarda kullanılan özel bir devre türüdür. Şekil 1.5'te iki girişli temel bir fark yükselteci devresi