



TÜREV VE İNTEGRAL ALICI DEVRELER

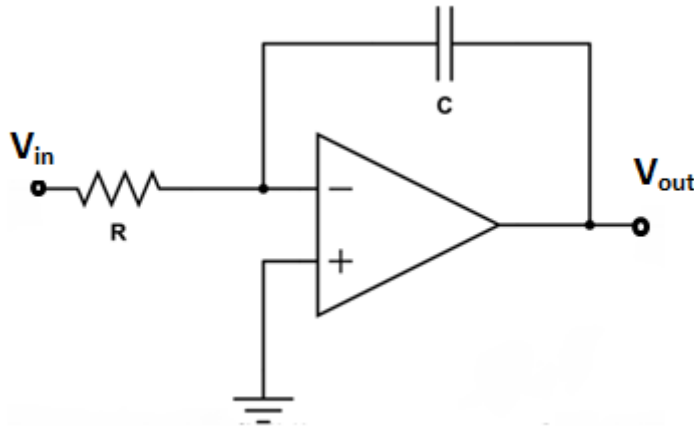
1. Giriş

İşlemsel yükselteçler; toplama, çıkarma gibi basit aritmetik işlemlerin yanı sıra türev, integral, logaritma gibi ileri matematik işlemlerde de kullanılan çok geniş bir kullanım alanına sahip elektronik elemanlardır. Bu deneyde “İşlemsel Yükselteçler” in türev ve integral uygulamaları gerçekleştirilecektir.

2. İntegral Alıcı

İntegral alıcı devre, girişe uygulanan işaretin integralini alarak çıkışa aktaran bir işlemsel yükselteç uygulamasıdır. Matematiksel olarak integral, bir eğri fonksiyonunun altında kalan alandır. Örnek olarak, integral alıcı devre girişine kare dalga uygulandığında çıkış olarak üçgen dalga elde edilir.

İdeal integral alıcı devre Şekil-1’deki gibidir. Şekilde de görüldüğü üzere kapasite geri besleme elemanı olarak kullanılmaktadır. Bu kapasite giriş direnci ile birlikte RC devresini oluşturur.



Şekil-1. İdeal integral alıcı

İntegral alıcının çalışma mantığını anlayabilmek için kapasitenin nasıl dolduğunu gözden geçirmek önemlidir. Kapasite üzerinde Q kadar yük olabilmesi, akım (I_c) ve zaman (t) ile orantılı olarak gerçekleşir.

Kapasite üzerindeki yük,

$$Q = I_c t$$

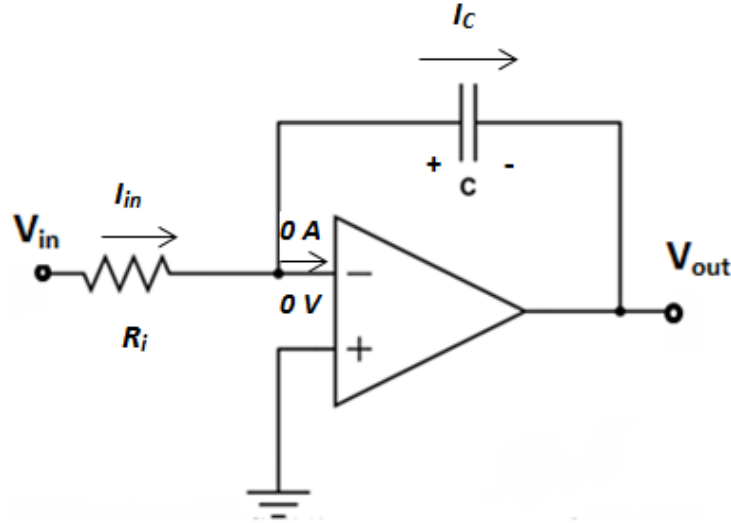
ile ifade edilir. Gerilim ile ifade edilirse,

$$Q = C V_c$$

şeklinde olur. Bu iki eşitlik ifadesi kullanılarak, kapasite gerilimi aşağıdaki gibi elde edilir.

$$V_c = \left(I_c / C \right) t$$

Bu gerilim ifadesi I_c / C sabit eğimli 0'dan başlayan bir doğruyu ifade eder. Lineer cebirden hatırlanırsa doğrunun genel formülü $y = mx + b$ olduğundan $y = V_c$, $m = I_c / C$, $x = t$ ve $b = 0$ dır.



Şekil-2. İntegral alıcının akım yönlerinin gösterimi

Şekil-2'de işlemsel yükseltecin ters alan girişi sanal topraktır (0V). Böylelikle R_i direnci üzerindeki gerilim V_{in} 'e eşit olur. Bu yüzden giriş akımı;

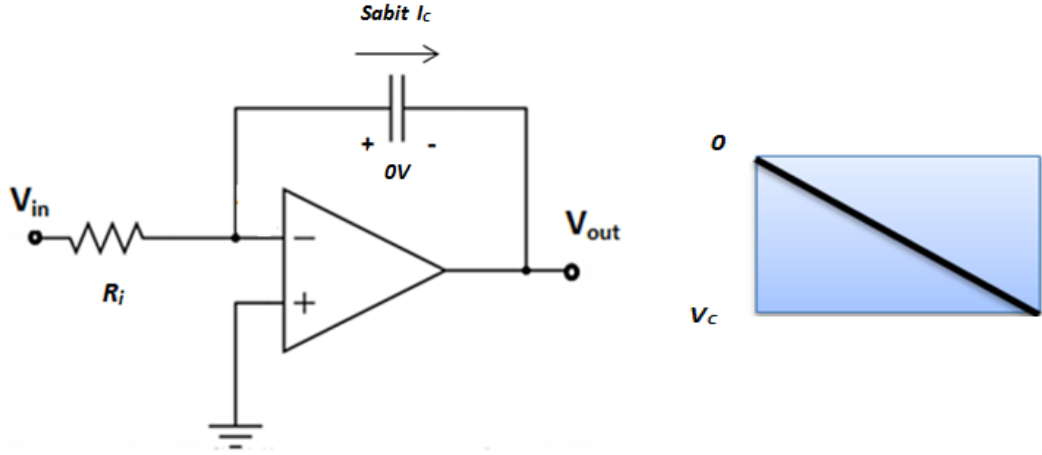
$$I_{in} = \frac{V_{in}}{R_i}$$

olur. Eğer V_{in} sabit ise, I_{in} 'de sabit olur. Çünkü ters alan giriş R_i direnci üzerindeki gerilimi sabit tutarak her zaman 0V' da bırakır. İşlemsel yükseltecin çok yüksek empedanslı girişinden dolayı ters alan girişte ihmal edilebilir bir akım oluşur. Bu durum tüm giriş akımının kapasite üzerinden geçmesini sağlar.

$$I_c = I_{in}$$

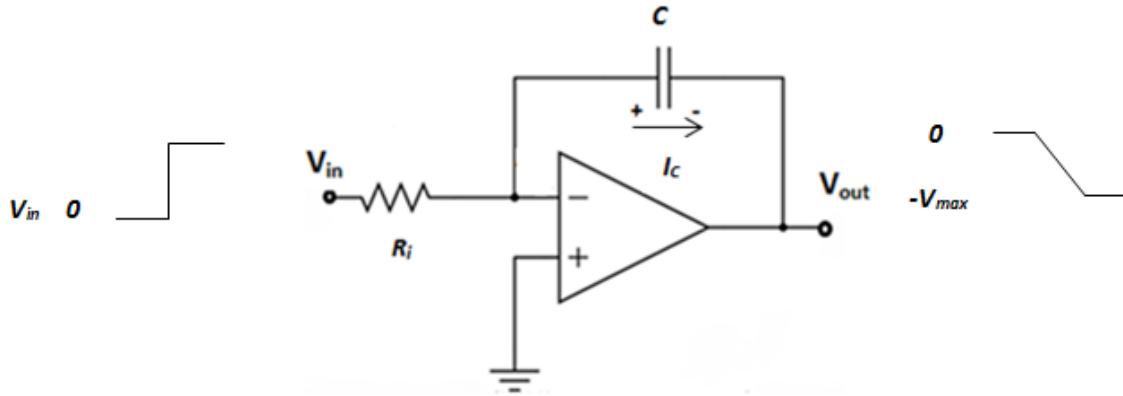
I_{in} sabit olduğu için, I_c ' de sabit olur. Sabit I_c kapasiteyi doğrusal olarak doldurur ve C üzerinde doğrusal bir gerilim oluşturur. Kapasitenin pozitif tarafı işlemsel yükseltecin sanal toprağı tarafından 0V' da tutulur.

Kapasitenin negatif tarafı işlemsel yükseltecin çıkış gerilimidir. Kapasite dolarken 0'dan başlayarak doğrusal olarak azalır. Bu gerilime negatif rampa gerilimi denir ve sabit pozitif girişin sonucudur. Bu durum şekil-3'te gösterilmiştir.



Şekil-3. Kapasite üzerinde oluşan negatif rampa gerilimi

V_{out} kapasitenin negatif tarafı ile aynı gerilime sahiptir. Sabit pozitif giriş gerilimi uygulandığında, çıkışta oluşacak olan rampa, işlemsel yükselteç doyum noktasına ulaşana kadar negatif olarak azalır. Burada doyum noktası V_{max} ile ifade edilmiştir.



Şekil-4. Sabit giriş gerilimi ile çıkış olarak rampa işaretinin elde edilmesi

Yukarıdaki şekildeki gibi çıkışta oluşacak rampa işaretinin eğimi I_C / C oranı ile setlenir.

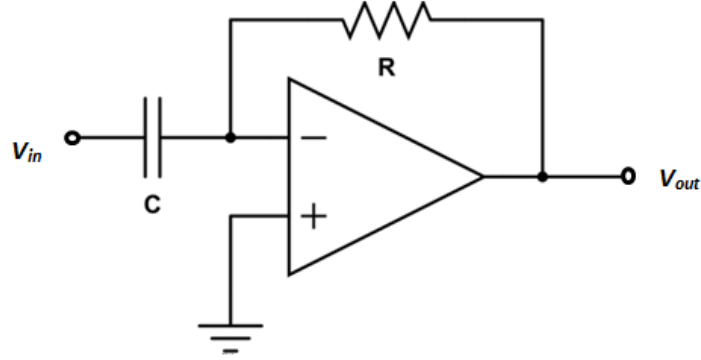
$$I_C = \frac{V_{in}}{R_i}$$

olduğu için, çıkış geriliminin değişim oranı veya çıkış geriliminin eğimi $\Delta V_{out} / \Delta t$ olur.

$$\frac{\Delta V_{out}}{\Delta t} = -\frac{V_{in}}{R_i C}$$

3. Türev Alıcı

Türev alıcı devre, girişe uygulanan işaretin türevini alarak çıkışa aktaran bir işlemsel yükselteç uygulamasıdır. Matematiksel anlamda türev fonksiyonunun herhangi bir noktadaki değişim hızını gösterir. Türev alıcı devrenin girişine üçgen dalga uygulandığında çıkışında kare dalga oluşur. İntegral alma işleminin tersi türev alma olduğu için, integral devresindeki direnç ve kondansatörün yer değiştirilmesiyle türev alıcı devre elde edilir. Bu devrede kapasite giriş elemanı, direnç ise geri besleme elemanı olarak kullanılır. Şekil-5'te ideal türev alıcı devre gösterilmiştir.



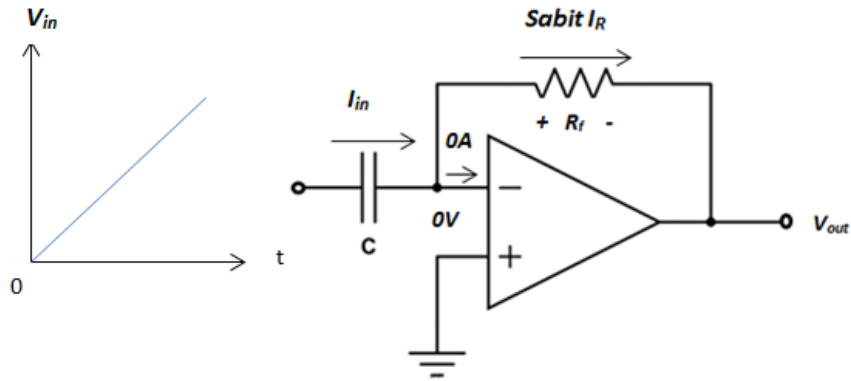
Şekil-5. İdeal türev alıcı

Türev alıcı devrenin çalışmasını anlamak için, giriş olarak pozitif-yükselen rampa işareti uygulayalım. Bu durumda;

$$I_C = I_{in}$$

$$V_C = V_{in}$$

olacaktır (V_C = kapasite üzerindeki gerilim, I_C = kapasite akımı).



Şekil-6. Rampa işaret girişli türev alıcı

İntegral alıcıda elde edilen temel formül

$$V_c = \left(I_c / C \right) t$$

kullanılarak kapasite akımı

$$I_c = \left(V_c / t \right) C$$

şeklinde elde edilir. Ters alan girişteki akım ihmal edilebilecek kadar az olduğundan

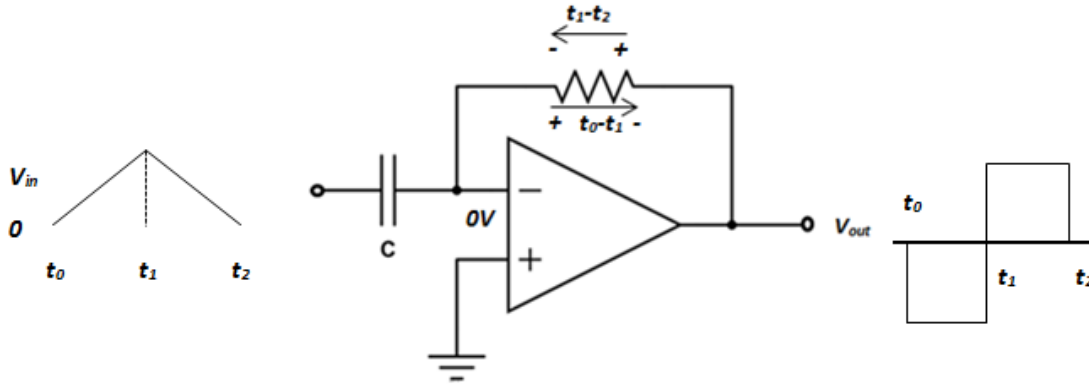
$$I_R = I_C$$

olur. Kapasite üzerindeki gerilimin eğimi (V_c/t) sabit olduğu için bu iki akım da sabittir. Çıkış gerilimi de sabittir ve R_f üzerinden geçen gerilime eşittir.

$$V_{out} = I_R R_f = I_C R_f$$

$$V_{out} = - \left(\frac{V_c}{t} \right) R_f C$$

Şekil-7'de görüldüğü gibi giriş artan rampa işareti olduğunda, çıkış negatif bir işaret olurken; giriş azalan rampa işareti olduğunda, çıkış pozitif bir işaret olur.



Şekil-7. Üçgen dalga giriş olarak verildiğinde devre çıkışında kare dalga elde edilmesi

Yukarıdaki şekilde girişin pozitif eğimi sırasında, kapasite giriş kaynağından dolar ve sabit akım geri besleme direncine doğru olur. Girişin negatif eğimi sırasında akım ters yönde oluşur. Bunun nedeni kapasitenin boşalmasıdır.

4. Deney Hazırlığı

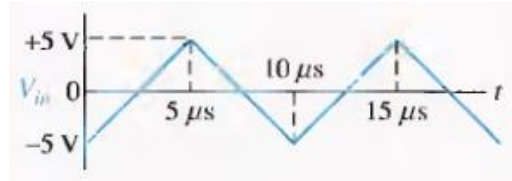
1. İşlemsel yükselteçler hakkındaki teorik bilgilerinizi anımsayınız.
2. Bir işlemsel yükselteçli türev alıcı devrenin çalışma mantığını inceleyiniz.
3. Bir işlemsel yükselteçli integral alıcı devrenin çalışma mantığını da inceleyerek bu iki devreyi karşılaştırmız.
4. İntegral alıcı devrede kapasitenin nasıl dolduğunu inceleyiniz.
5. Deney sorularının çözümlerini araştırınız.

6. Deney Tasarımı ve Uygulaması

1. Verilen devreyi (Şekil-1) kullanarak bir integral alıcı devre oluşturunuz ($C=0.01\mu\text{F}$, $R_i=10\text{K}\Omega$). Giriş olarak aşağıdaki kare dalga verildiğinde oluşacak olan çıkış işaretini osiloskopta inceleyiniz.



2. Şekil-5'teki türev alıcı devreyi kurunuz ($R_f=2.2\text{K}\Omega$, $C=0.001\mu\text{F}$). Giriş olarak aşağıdaki üçgen dalga uygulandığında elde edilecek çıkış işaretini osiloskopta inceleyiniz.



7. Deney Soruları

1. İşlemsel yükselteçli integral alıcı devrede kullanılan geri besleme elemanı nedir?
2. İntegral alıcı devreye giriş olarak sabit gerilimli işaret verildiğinde, kapasite üzerindeki gerilim neden lineer (doğrusal) olur?
3. İşlemsel yükselteçli türev alıcı devrede kullanılan geri besleme elemanı nedir?
4. Türev alıcı devrenin çıkışı ile girişi arasındaki ilişki nedir?

8. Deney Raporu

1. Konu ile ilgili vurgulanan önemli noktaları ve yorumları föyden bağımsız olarak kısaca anlatınız.
2. Deney uygulamasında gerçekleştirilen integral alıcı ve türev alıcı devrelerinin tasarımını giriş ve çıkış işaretlerini ölçekli olarak çizerek adım adım açıklayınız.
3. Deney esnasında sorulan soruları ve cevapları belirtiniz. Deney sorularını da cevaplayınız.