

EEM 204 - Analog Elektronik 1

Deney 1

Alternatif Akım Sinyal Ölçümü ve Yarım-Dalga Doğrultucular

Ön-bilgi

I. AC (Alternatif Akım) Sinyalleri

Sinüs biçimli olmayan sinyaller önemli bir sinyal alt-grubudur ve çeşitli yerlerde karşımıza çıkar. Bu sinyalleri betimlemenin farklı yolları vardır. Bu deneyde bunların bazılarını odaklanacağız.

Periyodik bir dalga biçiminin (waveform) **tepeden tepeye genliği (peak-to-peak amplitude)** en düşük ile en yüksek genlik değerleri arasındaki farktır.

Bir dalga biçiminin **tepe değeri (peak value)** en yüksek (ya da en düşük) genlik noktasının bir referans düzeyine/seviyesine göre büyüklüğü olarak tanımlanır. Bir dalga biçimi referans düzeyine göre simetrik ise, tek bir tepe değerini belirtmek yeterlidir. Aksi takdirde hem pozitif hem de negatif tepe değerleri ayrı ayrı ölçülmeli ve belirtilmelidir.

Bir periyodik sinyalin doğru akım (DC, ortalama) değeri (**DC (average) value**) bir tam periyodundaki ortalama değer olarak tanımlanır.

Bir periyodik sinyalin **etkin değeri (RMS (root-mean-square) value)** aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \quad [1]$$

Burada sinyalin **karesinin** integrali bir tam periyot, T , üzerinde alınır ve elde edilen ortalama değer **kare kökü** hesaplanır. Etkin değer güç hesaplamalarında faydalıdır. Bir dirençte harcanan güç, dalga biçiminin tipinden ve DC değerinden bağımsız olarak, etkin değer cinsinden aşağıdaki gibi hesaplanır

$$P = \frac{V_{rms}^2}{R} = I_{rms}^2 R \quad [2]$$

Burada R üzerindeki gerilim ve akımın etkin değerlerini sırasıyla V_{rms} ve I_{rms} gösterir. Etkin değerler kullanılarak yapılan güç hesapları tüm dalga biçimi tipleri ve DC değer kombinasyonları için geçerlidir.

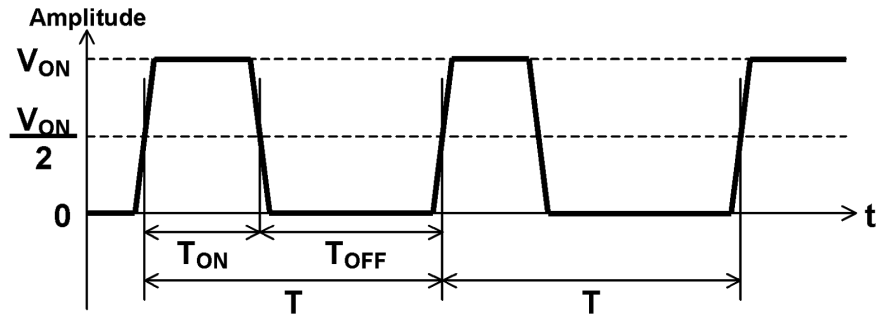
Bir dalga formunun tepe değerinin etkin (RMS) değerine oranı **Crest (Tepe) Faktörü** olarak adlandırılır:

$$Crest\ Factor = \frac{V_{peak}}{V_{rms}} \quad [3]$$

Daha küçük Crest faktörüne sahip bir dalga formu, aynı tepe değerine ve daha büyük bir Crest faktörüne sahip başka bir dalga formuna kıyasla daha fazla elektrik gücü taşır.

Darbe dizileri

Darbe dizileri (Pulse trains), iki (bazen üç) önemli genlik seviyesine sahip AC sinyalleridir. Genlik seviyelerindeki değişim süreleri, sinyalin bilgisini veya güç içeriğini belirler. Şekil 1, iki genlik seviyesine (aktif seviyede V_{ON} ve aktif seviyede olmayan 0 V) sahip bir dürtü katarını göstermektedir. Yaygın dijital sinyal standartlarına ek olarak, **Darbe Genişlik Modülasyonu (Pulse Width Modulation) (PWM)** gibi modülasyon teknikleri, analog sinyallerin sabit genlikli dürtü katarı dizilerine kodlandığı yarı dijital sinyal iletimine izin verir. Anahtarlamalı güç amplifikatörleri ve güç regülatörleri, sabit genlikli sinyallerin zamanlamasını değiştirerek kontrol etmesine dayanır.



Şekil 1. Pulse dizisi dalga formu ve karakterizasyon parametreleri.

Bunlar, Şekli 1'deki darbe dizilerinin dalga formunu karakterize eden parametreleridir:

V_{ON} (genlik): Dalga formunun aktif sinyal seviyesi.

T_{ON} (AÇIK süre): Sinyalin aktif seviyede, "AÇIK" ("ON") durumunda olduğu süre.

T_{ON} , yükselen kenarın $V_{ON}/2$ 'ye ulaştığı zamandan düşen kenarın $V_{ON}/2$ 'ye ulaştığı zamana kadar geçen süre.

T_{OFF} (KAPALI süre): Sinyalin pasif seviyede veya referans seviyesinde, "KAPALI" ("OFF") durumunda olduğu süre.

Periyot (T): Bir "AÇMA-KAPAMA" döngüsünü tamamlamak için gereken süre ($T = T_{ON} + T_{OFF}$). Dalganın frekansı da şu şekilde bulunur $F = 1/T$.

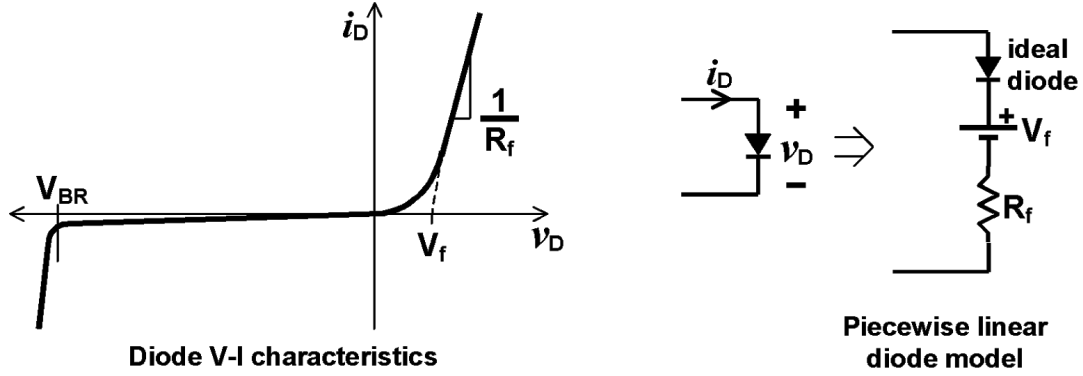
Görev Döngüsü (Duty Cycle): Dalganın aktif ("ON") seviyede olma süresinin periyoduna oranı :

$$Duty\ Cycle = \frac{T_{ON}}{T} \quad [4]$$

II. Diyot Devreleri

Yarı iletken diyotlar, terminallerindeli voltaj polaritesine bağlı olarak iletkenliğini değiştiren doğrusal olmayan cihazlardır. Diyotlar, düz besleme (forward bias) durumunda iyi bir iletken gibi davranır; ancak voltaj (gerilim) polaritesi tersine

çevrildiğinde, büyük bir dirence sahiptir. Diyotların V-I karakteristikleri (gerilim - akım grafiği) aşağıda verilmiştir. Diyotların parçalı doğrusal devre modelleri (piecewise linear circuit model) V-I karakteristiklerinin doğrusallaştırılması ile elde edilir.



Şekil 2. Gerilim karakteristik eğrisine karşı diyot akımı ve düz besleme (forward bias) durumunda parçalı doğrusal modeli (piecewise linear model).

Diyotlar çeşitli doğrultucu ve dalga şekillendirme devrelerinde kullanılır. Geleneksel diyotlar aşağıdaki gibi iki gruba ayrılır:

- 1) Sinyal diyotları
- 2) Güç diyotları

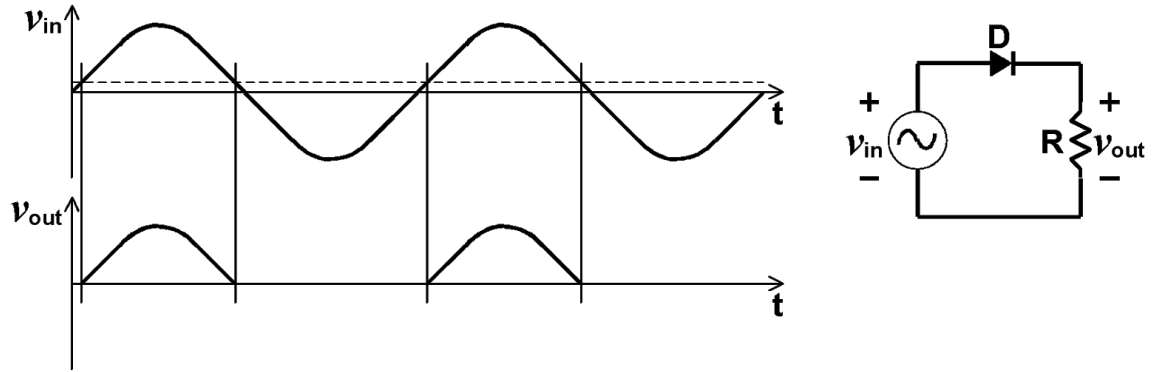
Sinyal diyotları genellikle AÇMA/KAPAMA anahtarlama hızının ve büyük ileri yönlü direncin geri yönlü dirence oranının (large reverse-to-forward resistance ratio) önemli olduğu düşük voltaj ve düşük akım uygulamalarında kullanılır. Sinyal diyotları çoğunlukla küçük durumlarda paketlenir, çünkü tipik dalga şekillendirme devrelerinde güç kaybı kritik değildir.

Güç diyot uygulamaları genellikle AC gücünü DC gücüne dönüştüren çeşitli doğrultucu devrelerle sınırlıdır. Güç diyotlarının önemli özellikleri, gücü dağıtmak ve büyük ileri yönlü (forward) akımlara ve ters voltajlara dayanmaktır. Güç diyotlarının paket boyutu, mevcut taşıma ve güç kaybı kapasitesine göre önemli ölçüde değişir.

Doğrultucu Devreler (Rectifier Circuits)

Binalardaki elektriksel gücün AC olmasının sebebi DC güce kıyasla daha iyi iletim ve dağıtım verimine sahip olmasındandır. DC gücünde çalışan tüm elektronik ekipmanların, AC voltajını DC voltajına dönüştürecek bir doğrultucuya ihtiyaçları vardır. Temel yarım dalga doğrultucu devresi Şekil 3'te gösterilmektedir.

Doğrultucudaki giriş sinyalinin, v_{in} , zaman-ortalama değerinin sıfır olan tamamen sinüs biçimli AC sinyali olduğu varsayılır. Diyot sadece giriş dalga sinyalinin pozitif döngüleri sırasında akımı ilettiği için çıkış sinyali, v_{out} , aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi olacaktır. Yarım dalga doğrultucu devreler, temel frekansı giriş AC sinyali ile aynı olan bir çıkış sinyali üretir.



Şekil 3. Yarım dalga doğrultucu devresi ve ilgili dalga formları.

Diyotun ideal olma durumunda, v_{out} yük direncine bağlı değildir v_{in} nin yarısına eşittir. Doğrultulmuş çıkış artık AC sinyalinden ve DC bileşenden oluşmaktadır. Genel olarak, doğrultulmuş sinyalin ilgi çekici DC kısmıdır ve istenmeyen AC bileşeni dalgalanma (ripple) olarak tanımlanır. Ek olarak, titreşimli DC çıkış sinyali bir düzeltme devresi ile sabit hale getirilebilir. Doğrultucu devresinin kalitesi **dalgalanma faktörü (ripple factor)** ile ölçülür:

$$\text{Ripple Factor} = \frac{\text{RMS value of AC output voltage}}{\text{DC output voltage}} \quad [4]$$

Prosedür

Part 1. Gerilim Ölçümleri

Sinyal jeneratörünü dijital multimetreye (DMM) ve osiloskopa bağlayın. **2 V_{p-p}** (tepeden tepeye) genliği ile **1 kHz** sinüs dalgası sağlamak için sinyal jeneratörünü ayarlayın.

1.a) Sinyali ölçmek için osiloskobu ve dijital multimetreyi ayarlayın. Tepe, tepe-tepe ve DC gerilimi değerlerini belirlemek için osiloskoptaki ölçüm işlevini kullanın. Hem DC gerilimin hem de AC gerilimin etkin (RMS) değerlerini ölçmek için dijital voltmetreyi (DVM) kullanın.

1.b) Sinüs dalgası için aşağıdakileri kaydedin:

Tepe voltajı _____ Tepe-tepe voltajı _____
 Osiloskop etkin (RMS) voltajı _____ Osiloskop DC voltajı _____
 DVM AC etkin (RMS) voltajı _____ DVM DC voltajı _____

1.c) Frekansı ve tepe-tepe genliğini aynı tutup üçgen dalgaya geçin. Değerleri ölçüp kaydedin:

Tepe voltajı: _____ Tepe-tepe voltajı: _____
 Osiloskop etkin (RMS) voltajı _____ Osiloskop DC voltajı _____
 DVM AC etkin voltajı _____ DVM DC voltajı _____

1.d) Sinyal jeneratörünü kare dalga sinyali verecek şekilde değiştirin. Osiloskopta sinyalin frekansının ve tepe değerinin değişmediğini doğrulayın. Aşağıdakileri kaydedin:

Tepe voltajı: _____ Tepe-tepe voltajı: _____
 Osiloskop etkin (RMS) voltajı _____ Osiloskop DC voltajı _____
 DVM AC etkin (RMS) voltajı _____ DVM DC voltajı _____

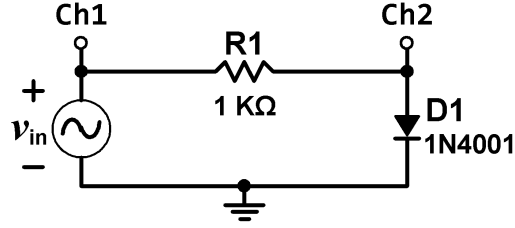
1.e) Sinyal jeneratörün öteleme (offset) ayarını 1.0 V olacak şekilde ayarlayın. Bu, kare dalgayı tamamen dengeleyip dalganın minimum değerini sıfır volt yapmaktadır. Durumu doğrulamak için osiloskop kullanın. Aşağıdaki voltajları kaydedin:

Tepe voltajı: _____ Tepe-tepe voltajı: _____
 Osiloskop etkin (RMS) voltajı _____ Osiloskop DC voltajı _____
 DVM AC etkin (RMS) voltajı _____ DVM DC voltajı _____

DVM'yi kullanarak AC etkin (RMS) ve DC voltaj değerlerini okuyun ve dalganın toplam etkin (RMS) değerini hesaplayın: _____

Part 2. Diyot Devreleri

2. Kullanmadan önce diyotu test edin ve çalıştığından emin olun. **1 k Ω** direnç ve **1N4001** veya **1N4007** silikon diyot ile aşağıdaki devreyi kurun. **5 V** tepe genliği ile **1 KHz** üçgen dalga formu elde etmek için sinyal jeneratörü ayarlayın.

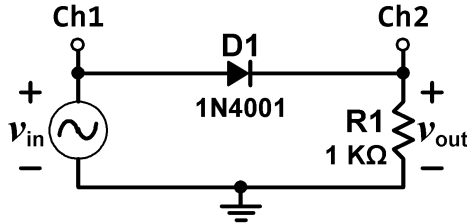


2.a) Osiloskop kullanarak yukarıdaki devrenin akımını ölçebileceğiniz bir yöntemi açıklayın.

Not: Osiloskop uçlarının toprak bağlantılarının ve fonksiyon üreticinin (function generator) kablosunun devredeki aynı referans noktasına bağlanmış olmasına dikkat edin. Osiloskobu, iki ucunu kullanarak voltaj farkı (differential) ölçümü yapacak şekilde ayarlamayı unutmayın.

2.b) Multimetre kullanarak devre akımını ölçün ve osiloskopta elde ettiğiniz sonuçlarla karşılaştırın.

3. Aşağıdaki devreyi kurun ve v_{in} olarak aynı **1 KHz** üçgen dalga formunu kullanın.



3.a) DC bağlama modunda gözlemlediğiniz v_{in} ve v_{out} sinyallerin dalga formlarını çizin.

3.b) Osiloskobun X-Y modunu kullanarak (X ekseninde v_{in} , Y ekseninde v_{out} olacak şekilde) giriş-çıkış transfer fonksiyonunu elde edin. Transfer fonksiyonunu çizin ve yorumlayın.

3.c) Diyotun eşik voltajını (turn on voltage) transfer fonksiyonu üzerinden tahmin edin.

4. Giriş dalga formunu $v_{in} = 2V \sin(2\pi 1000t)$ olarak değiştirin.

4.a) DC bağlama modunda gözlemlediğiniz çıkış sinyalini, v_{out} , çizin. Gözlemlenen çıkış voltajının tepe değeri nedir?

4.b) Ölçülen tepe çıkış voltajını hesaplamalarla doğrulayın.

4.c) v_{in} ve v_{out} un frekansını ve periyodunu ölçün.

5. Frekans ve genlik ayarlarını değiştirmeden giriş dalga formunu kare dalgaya çevirin.

5.a) Çıkış voltajının, v_{out} , tepe değerini ve DC bileşenini ölçün.

5.b) Giriş voltajını, v_{in} , baz alarak çıkış voltajının beklenen ortalama değerini hesaplayın ve daha önceden ölçülen DC değerle karşılaştırın.

5.c) v_{in} ve v_{out} un frekansını ve periyodunu ölçün.