



3G

GÜDEK

Güvenlik Denetim Kontrol

BÖLÜM:

3- ÇALIŞMA ORTAMI

KONU:

3G- STATİK ve DİNAMİK ELEKTRİK

İçindekiler

STATİK ve DİNAMİK ELEKTRİK.....	3
Atomaltı maddelerin boyut bilgileri	3
Atomaltı maddeler ve elektriksel değerleri.....	3
Coulomb kanunu.....	4
Statik Elektrik Oluşumunda durum.....	4
Yanma veya patlamanın meydana gelme durumları,	5
İnsan üzerinde Statik Elektrik oluşumu	5
Statik elektriğin meydana gelme durumları	7
Temas ile,	7
Sürtünme ile,	7
Elektrik Alan etkisi	8
Statik elektriğin yarattığı tehlikeler	8
Elektrostatik Deşarj	8
öziletkenlik	9
Korona deşarjı.....	9
Kondansatörler.....	10
DİNAMİK ELEKTRİK VE TEHLİKELERİ.....	10
Elektrik nedir.....	10
Elektrik ile elektron hız farkları.....	12
Elektrik akımını ileten ve iletmeyen maddeler.....	13
İletken.....	13
Süperiletken.....	13
Yalıtkan	14
Elektrik Akımında Deri Etkisi (skin effect).....	15
Joul kanunu	16

Elektrikte kullanılan Birimler ve bağlantıları.....	17
Elektrik potansiyeli:.....	18
Elektrik akımı:.....	18
Direnç:	18
İletken maddelerde hesaplamalar	18
Elektrikte kullanılan bazı formüller	19
Elektrikte harcanan enerji değerini bulma,.....	19
Elektrik devreleri üzerinde gerilim düşümü hesabı	20
Elektrik (+) dan (-) ye mi? (-) den (+) ya mı akar	20
Farklı elektrik üretimleri.....	21
Basınçla, (<i>Piezoelektrik</i>)	22
Isı ile, (<i>Piroelektrik</i>)	22
Seebeck Etkisi.....	23
Peltier Etkisi.....	23
Termoelektrik.....	24
Thomson Etkisi.....	25
Foto elektrik	26
Işık hüzmesi.....	26
Bulunduğu ortamda Işık enerji değeri.....	27
Işık enerjisinden elektrik elde edilmesi	27
“MacBook” üzerinde sızıntı gerilim nedeni.....	30

STATİK ve DİNAMİK ELEKTRİK

Elektrik konusu, atomların yapı ve pek fazla bilinmeyen atomaltı etkileri de dikkate alınarak anlatmak gerekir. Her madde, atom veya atomların birleşikleri olan moleküllerden meydana geldiği bilinmektedir. Atom ise proton ve nötronların olduğu çekirdek ve etrafında dönen eksi yüklü elektronlardan meydana gelmektedir. Çekirdekte artı yüklü proton/ lar ve yüksüz nötron/ lar bulunur. Pozitif yüklü protonlar birbiri iterek dağılmasını önleyen nötronlar bulunmaktadır. Normalde atom içinde proton ve elektron sayıları eşit olan maddeler elektrostatik yükleri sıfırdır. Bu konuda (3F Atom atomaltı ve elektrik oluşumu) dosyasında bilgiler verilmiştir.

Atomaltı maddelerin boyut bilgileri

Elektron,	çapı 10^{-18} m.	Durağan kütlesi $0,9108 \times 10^{-27}$ gr.
Proton,	çapı 10^{-15} m.	Durağan kütlesi $1,6723 \times 10^{-24}$ gr.
Nötron	çapı 10^{-15} m.	Durağan kütlesi $1,6748 \times 10^{-24}$ gr.
Çekirdek,	çapı 10^{-14} m.	Durağan kütlesi maddenin cinsine bağlıdır,
Atom,	çapı 10^{-10} m.	Durağan kütlesi maddenin cinsine bağlıdır,

Atomaltı maddeler ve elektriksel değerleri

Atomaltı parçacıklardan atom etrafında dönen elektronlar (-) yüklü,

Çekirdek içinde bulunan protonlar (+) yüklüdür.

Çekirdek içinde olan (+) yüklü protonların birbirini itip dağılmasını önleyen yüksüz olarak bilinen nötronlar olduğu (3F Atom-atomaltı ve Elektrik oluşumu) dosyasında anlatılmıştır.

Elektronun yükünü $-1,6 \times 10^{-19}$ Coulomb,

1 Coulomb; $C = 6,25 \times 10^{18}$ elektron 1 Coulomb eder.

1 Coulomb / saniye = 1 Amper eder

COULOMB Kanunu, elektrik yüklü maddelerin birbirlerini farklı yüklerse çeker, aynı yüklerse iterler. Bu etkileyen kuvvetin değeri Coulomb kanunu ile bulunur.

Coulomb kanunu

$F_1 = F_2 =$ Coulomb kuvveti (Newton)

$q_1 = 1.$ Cismin yük miktarı (C)

$q_2 = 2.$ Cismin yük miktarı (C)

$d =$ Yükler arasındaki uzaklık (m)

$k =$ Boşluk ve hava ortamı için Coulomb sabiti olup $9.109 \text{ N m}^2/\text{C}^2$ dir. Her ortam için bu değer ayrıdır.

$$F_1 = F_2 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

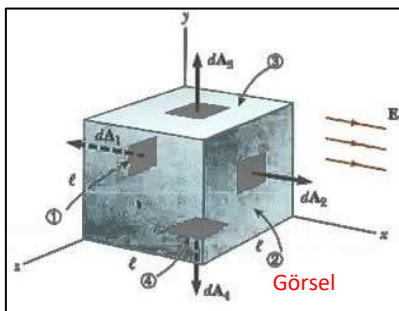
Statik Elektrik Oluşumunda durum

- Eksi statik elektrik yüklenmiş yalıtkan madde başka bir yüksüz yalıtkan maddeye temas ettirildiğinde eksi yüklü madde diğer nötr halindeki maddeye elektron verir.
- Artı statik elektrik yüklenmiş yalıtkan madde başka bir yüksüz yalıtkan maddeye temas ettirildiğinde nötr halindeki maddeden elektron alır.
- Her iki halde de iki madde statik elektrik olarak eşit değerde yüklü hale gelirler. Bazı cam ve ebonit çubukları gibi maddeler bir çuhaya sürtüldüğünde

Cam yüzeyindeki elektronları kaybederek (+) yüklü duruma,

Ebonit çubuk ise sürtünme sonucu elektron kazanarak (-) yüklü duruma gelir.

Bu durum tamamen atom kabuğundaki elektronların sayı ve çekirdeğe bağlandığı kuvvete bağlıdır.



Bir diğer örnekte un ya da şeker gibi çok küçük tanecikli katı toz maddeler bir boru içinden geçerken boru üzerinde ve silo doldurulurken de silo yüzeyinde statik elektrik oluşur.

Yüklenen bu statik elektrik, boru bağlantı flanş keskin kenarlarında veya siloların içinde sivri noktalarda elektrik alanı çok yüksek oluşur. (Görsel 3G- 1) ve (Görsel 3G- 2)



- Sivri uç,
- Keskin kenar,
- Köşe gibi noktalarda

Elektriksel Potansiyeli yüksek olan bu noktalarda ark kıvılcımları oluşur. Meydana gelen bu ark potansiyeli (Joul değeri) yeterli derece yüksek ise malzemeyi

tutuşturur; eğer bu olay kapalı bir hacimde olduğunda malzeme miktarına göre büyük patlamalar meydana gelir.

Yanma veya patlamanın meydana gelme durumları,

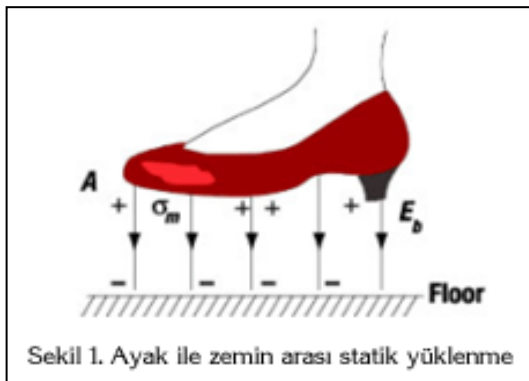
- 1) Yanıcı toz, çok küçük boyutta ve parçacık yüzey alanı/hacmi değer oranı büyük ise yanma veya patlama riski büyük olur,
- 2) Sıvılarda buharlaşma olduğunda parlama riski büyük olur,
- 3) Tozun havadaki konsantrasyonu ve patlama limitleri içinde oluşması,
- 4) Oksijen- hava (Yanıcı madde oksijen karışım oran limiti)
- 5) Tutuşturucu kaynak kıvılcım (gerilim ve joul değeri), sıcak yüzey aşırı sıcak hava
- 6) Kapalı alan hacmi patlamaya neden olur.

Halıyla kaplı bir zeminde yürürken statik elektrik yüklenen bir insan metal bir kapının tokmağına dokunduğunda statik elektrik çarpası hisseder. Burada duyulan rahatsızlık geçen elektrik akımı etkisi değil meydana gelen çok küçük elektrik arklardan kaynaklanmaktadır. Eğer arabanızı açmak için dokunduğunuzda rahatsızlık hissetmek istemiyorsanız, öncelikle metal anahtarınızın metal tarafından tutup anahtara kilide soktuğunuzda meydana gelecek arkın anahtar ucunda meydana geleceği için rahatsızlık hissedilmeyecektir.

İnsan üzerinde Statik Elektrik oluşumu

Statik Elektrik, atomlar içindeki proton ve elektron eşitsizliği sonucu oluşan ve akmayan elektrik yükleridir. Durağan elektrik de denir. Yani maddenin atomlarının etrafında dönen elektronlarının atomlar arası devamlı elektrik akımını meydana getirecek elektron akımını olmadan elektronların maddenin yüzeyine yakın yerlerde birikmesi veya eksilmesi.

Bu durumda meydana gelen elektrik yükü birkaç bin volta kadar yükselir, eğer enerji birikimi fazla olursa ark meydana gelme olasılığı yükselir. (Görsel 3G- 3) ve (Görsel 3G- 4)



Görsel 3G- 3



Görsel 3G- 4

- İnsan vücudu bir direnç olduğu kadar aynı zamanda bir kondansatördür. Vücudumuzda en yüksek oranda statik yük oluşturan olaylardan biri, yukarıda bahsedildiği gibi halı üzerinde yürümektir. Bu yürüyüşte insan üzerinde biriken statik elektrik gerilimi 4.000 Volt'a kadar yükselir. Ancak biriken elektron miktarı fazla olmadığı için rahatsız etmez.
- (hissedilen akım olan 1 mA geçtiğinde geçen elektron miktarı $6,25 \times 10^{15}$ adettir) Ancak statik elektrik yüklü bir insanda, beynin (akson) sinir sistemi üzerinden gönderdiği elektronlara etki eder ve aksatmalar oluşarak beyinde yorgunluklar ve adalelerde yorgunluklar meydana getirir.

Bunun için İnsan vücudunda biriken statik elektriği toprağa vererek vücuttaki sinir sistemini rahatlatmaya ihtiyacı vardır. Eskiden (Görsel 3G 5) te görülen vücutta statik elektriği boşaltan sistemler kullanılmaktaydı, İnsanların yürüdükleri zemin ve ortamın nem durumuna göre yüklendikleri elektrostatik gerilim değerleri ise (Görsel 3G 6) da görülmekte,

Yüklenilen statik elektriği vücuttan atabilmek için statik yükleri üzerine alan tabanlıklar veya statik elektriği geçiren malzemeden ayakkabı altı yapılır (Görsel 3G 7a) da görülmekte



Görsel 3G- 5

HAREKET	BAĞIL NEMLİLİK		
	10%	40%	55%
Halıda yürümek	35.000V	15.000V	7.500V
Vinil Zeminde Yürümek	12.000V	5.000V	3.000V
İş Masasındaki hareketler	6.000V	8.000V	400V
Entegre devreyi çıkarmak	2.000V	700V	400V
Kaynak:	Görsel 3G- 6		



Görsel 3G- 7a



Görsel 3G- 7b

Elektronik malzemelerle çalışırken statik elektrikten programların bozulmaması için çalışan teknisyenlerin üzerinde birikebilen statik elektrik yükünü boşaltan ve oluşmasını önleyen

bileklere takılan antistatik bilezikler kullanılmaktadır. Hassas elektronik aletler böylece korunabilmektedir. (Görsel 3G 7b)

Kuru havalarda izole ayakkabılar ve sentetik kumaşlar insan üzerinde statik elektrik birikmesine neden olur. Bunu önlemenin yolları araştırılmalı,

- Antistatik ayakkabı kullanılmalı,
- Sık sık toprak veya toprakla irtibatlı yüzeylerle el ile temas edilmeli,
- Ortam rutubetlendirilmeli, el yüz su ile sık sık ıslatılmalı,
- İç zeminlerde Antistatik halılar kullanılmalı
- Statik elektrik oluşabilecek nesneler toprak ile teması sağlanmalı.

Statik elektriğin meydana gelme durumları

Statik elektrik oluşumu başlıca Temas ve Sürtünme ile oluşur bu durum triboelektrik¹ etki olarak isimlendirilir.

Temas ile,

Temas ile elektriklenme, Zayıf bağlı elektron içeren maddeler, bunun tersi olarak, kabuğu tek tük sayıda dolu olan maddeler dokunduklarında elektron alışverişi yaparlar. Farklı elektrik yüklü cisimler temasından sonra temas noktasında elektrik yükü oluşur. Temas noktasından ayrıldığında yalıtkan maddelerde bir miktar statik elektrik yükü kalır, iletken maddelerde temas noktasındaki elektrik yükleri eski nötr durumuna döner.

Sürtünme ile,

Sürtünme ile elektriklenme belli maddelerin başka maddeler ile sürtünme teması sonrası elektriksel olarak yüklü hale geldiği dokunma ile elektriklenmenin bir türüdür. Camın kürkle sürtünmesi sonucu cam (+) yüklenir yani elektron kaybeder, aynı şekilde ebonit (plastik) çubuk sürtüldüğünde, ebonit (-) yüklenir yani elektron kazanır. Buna benzer sürtünme ile statik elektrik oluşması, yakıt, hububat malzemeler veya bazı kimyasalların boru içinden akması, yakıt taşıyan tankerlerde de yakıtın çalkalanması sonucu statik elektrik oluşur.

¹ **Triboelektrik**, nanogeneratör (TENG), hareket veya deformasyon sonucu ortaya çıkan sürtünme kuvvetlerini kullanarak elektrik enerjisi üreten bir tür nanogeneratördür. Adını, Yunanca'da "tribos" (sürtünme) ve "elektron" (elektrik) kelimelerinden almıştır.

Elektrik Alan etkisi

Elektrik alanı, Bir statik elektrik yüklü nesnenin dış yüzeyinde bir elektrik alanı oluşur. Bu alan içinde olan nesne elektrik alanının itme veya çekme sonucu atomları arasında elektronları yer değiştirir. Etki alanı olan nesneye yakın olan atomlarının arasında elektron hareketleri olur ve o madde de elektrik alanı oluşur, elektrik alanı olan nesne uzaklaştırıldığına, eğer iletken madde ise elektronlar eski hale dönüşür, yalıtkan madde ise statik elektrik bir müddet bu durumda kalıcı olabilir.

Statik elektriğin yarattığı tehlikeler

Uzun bir boru içinde yakıt, kimyasal madde veya yanıcı küçük partikül malzeme akması halinde boru üzerinde statik elektrik meydana gelir. Boruların boylarının farklı durumuna göre farklı statik elektrik meydana gelir. Boruların bağlantı noktalarındaki flanş aralarına conta olduğu için farklı potansiyeldeki statik elektrik topraklama yapılamadığı için buralarda küçük arklar meydana gelebilir bu durum da tehlike yaratabilir. Bunun için iki boru arasındaki potansiyel farkını önlemek için iki flanş elektriksel irtibat yapılır, böylece hat uçlarındaki topraklama ile toprağa bağlanmış olur. Eskiden yakıt tankerlerin arkalarına zincir bağlanırdı şimdi bu işi tekerlek lastikleri üzerinden statik elektriğin akması sağlanıyor.

Elektrostatik Deşarj

Yüklü bir nesneden yüksüz bir nesneye aktarılan elektrik yüküne “elektrostatik deşarj (ESD)” denir.

Elektrostatik deşarj malzemenin öz direncine ve zamana bağlıdır. Yalıtkan malzemelerin aksine iletken malzemeler çok kısa bir sürede deşarj olur. Kısaca, yük biriktiremez.

Yalıtkanlar ise uzun süre şarj tutar.

q: Yük (Şarj)

$$q = C \times V$$

C: Kapasite

V: Gerilim

Böylece kapasitif özellikli (yalıtkan) bir malzemeye uygulanacak gerilim artarsa şarj da yüklenen elektron miktarı da artar aynı nispette deşarj durumunda joule enerji değeri de artarak yanma patlama riskleri oluşabilir.

Bir ortam içinde meselâ bir çözelti içinde iki elektrot arasındaki elektrik akımının geçişine ortamın yatkınlığı denir. Elektrik akımı geçişi çözelti içindeki elektrik yükü fazla olan iyonlar

ile yapılmaktadır. Bu durum metallerde ise elektronların ile olur. İletkenlik ölçeğinin başlangıcı olarak kabul edilir. İletkenlik,

öziletkenlik

“**öziletkenlik**, maddelerin kendine has öz direnç değerinin tersi yani (1/öz direnç eşitliği) Öziletkenlik değerini verir. Bunlar, iyonca kappa (K) veya sigma (σ) harfi ile gösterilir.

İletkenlik $\sigma:1/\rho$ ($\Omega.m$) Siemens $S=1/\Omega$ $\sigma:S/m$

Kimyasallarla çalışmalarda statik elektrik tehlikeleri büyük tehlikeler oluşturur.

Korona deşarjı

Bir korona deşarjı elektriksel olarak yüklü bir iletkeni saran havanın iyonlaşması ile oluşan elektriksel bir deşarj olayıdır. İletkenin üzerinden akım geçmesi sonucu oluşan elektrik alanı kendisini çevreleyen gazın (havanın) dayanma gerilimini aşarsa kısa süreli korona deşarjları meydana getirir. ($E\text{-Alan} > E_{\text{kritik}}$) korona oluşur, ($E\text{-Alan} < E_{\text{kritik}}$) korona oluşmaz

Yüksek Gerilim Havai hatların nemli sisli havalarda geceleri görülen hat etrafındaki mor renkli ışımalar bir **korona** olayıdır.

Korona Deşarjı

Küçük yarıçaplı elektrotlarda görülen, kendi kendini besleyen boşalmalara “korona deşarjı” denir. Koronanın gerçekleşmesinin nedeni elektrik alanının oluşumudur. Korona bir yüksek elektrik alan havayı iyonize eder (iyonlarına ayırır) ve deşarja neden olur. Bu işlem, Nitrojen (N_2) moleküllerinin harekete geçerek UV (ultraviyole) ışınlarının emisyonuna yol açması sonucu gerçekleşir.

Nemli ve sisli havanın elektrik bulunan iletken yüzeyine temas etmesi sonucu atom elektronlarının iyonize olması sonucunda oluşan duruma kritik korona (U_0) denir. İletken etrafında parlak ışıklı silindirik halkalar görülür. Bu deşarjın devamlı bir şekilde kendini beslediği gerilime ise korona gerilimi (U_k) denir. ($U_0 < U_k$)

Korona gerilimine etki eden birçok etken vardır:

- İletkenler arası açıklık
- Hatların yarıçapı
- Hava şartları
- Hatların pürüzlülüğü

76 cm/Hg ve 25 derecede (standartlar şartlar)

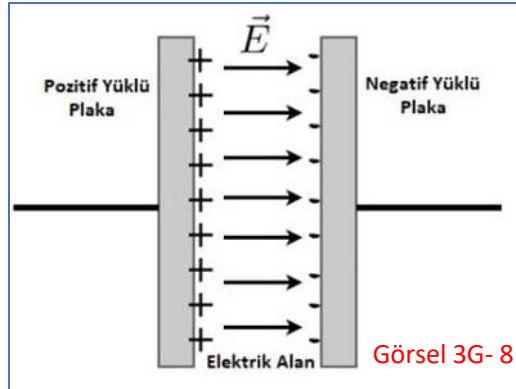
kuru havanın delinme gerilimi 29.8 kV/cm dir. Nemli ve yağışlı havalarda havanın dayanma gerilimi düşer.

Korona olayı ısı, ses ve kimyasal reaksiyonlar şeklinde kendini gösteren bir enerji kaybıdır. Enerji nakil hatlarında korona olayı sonucu oluşan kayıpları azaltılabilir. Bunun için iletkenlerin yüzeyleri oldukça düzgün ve parlak bir sırla kaplanır. Faz iletkenlerinin demetler halinde tesis edilmeleri de korona kayıpları azaltılır.

Kondansatörler

Kondansatörler ya da diğer ismiyle kapasitörler, elektrik enerjisini elektrik alanı olarak depolayan iki iletken plakanın arasına yalıtkan bir madde koyulması ile elde edilen devre elemanlarıdır. Devrede ve denklemlerde **C** harfi ile gösterilir ve birimi **Farad (F)**'dir.

Kapasitöre gerilim uygulandığında iletken plakalar birbirlerine göre ters ve eşit değere sahip elektrik yükü ile yüklenirler. Bu durum, plâkalar arasında bir elektrik alan oluşmasına sebep olur. (Görsel 3G- 8)



DİNAMİK ELEKTRİK VE TEHLİKELERİ

Elektrik nedir

Elektrik konusu açıklanabilmesi için öncelikle atomun yapısı hakkında kısa bilgiler yukarıda verilmiştir. Bu bilgiler ışığında elektrik hakkında biraz detay bilgiler verelim.

Her maddenin atomlardan ve moleküllerden meydana geldiği ve atomların da ana unsur olan proton, nötron ve elektronların muhtelif kombinasyonda birlikte bulundukları artık bilinmektedir. Elektrik ise atom merkezinde bulunan çekirdekteki proton nötronların birlikte spini ve çevresinde dönen elektronların en dış kabuğunda bulunan elektronların manyetik veya başka elektron potansiyelin etkisi ile atomdan atoma geçişi bir dinamik elektrik akımıdır.

Elektron: negatif (-) yüklü ve atom çekirdeği etrafında spin (yani yuvarlanır gibi döner) yaparak dönerken sanki tekerleğin mili eksen yönünde bir manyetik alan oluşturur, (Görsel 3G- 13) ancak normalde elektronlar yakın katmanlarında birbirlerinin aksi yönünde döndükleri için manyetizması sıfır olur. (Görsel 3G- 12)

Proton: pozitif yüklü ve atom çekirdeği içinde bulunur ve elektronları çekerek dönmesini sağlar, ancak pozitif yüklerin birbirini itip dağılmasını önleyen proton ve nötronların beraberce spin yapması ile oluşur bu durum ise şöyle izah edilebilir.

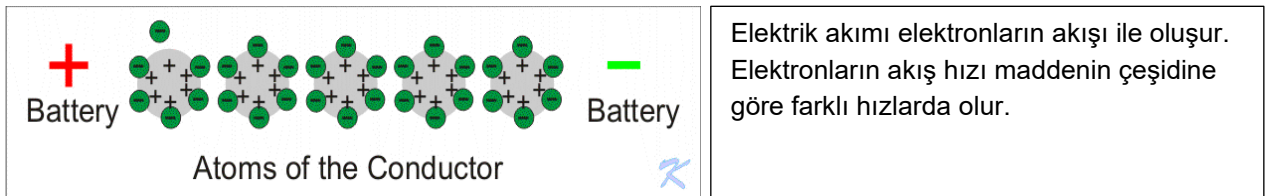
“Güçlü nükleer kuvvet, atom çekirdeğindeki protonlar ve nötronlar gibi hadronların içindeki kuarkların etki alanı içinde oluşur. Ancak bu etki yaklaşık 1 femtometreyle (10^{-15} m.) mesafe ile sınırlıdır. Yani bir protonun hacminden 2- 2,5 kat daha büyük bir hacmin ötesine geçtiğinde, etkisini yitirir. Dolayısıyla amaç protonları dip dibe tutabilmekse, o bariyerin içine girmesi halinde birbirine bağlayan kuvvet etkisini gösterir. Atom merkezinde Proton ve nötronların beraberce spin yapması hem atom etrafında elektron dönüşlerini sağlaması hem de atom çekirdeğinde protonların dağılmadan beraber bulunması sağlar. (Görsel 3G- 12)

Nötron: elektrik yükü sıfır olan pozitif yüklü protonların birbirini itmesini önleyen ve isminden de anlaşılacağı gibi elektrik yükü olmayan parçacıktır.

Elektrik akımı bir elektron akımıdır

Her maddenin atom veya muhtelif atomları birleşikleri olan moleküllerden meydana geldiği bilinmektedir. Atom ise çekirdek ve etrafında dönen eksi yüklü elektronlardan meydana gelmektedir. Çekirdekte ise artı yüklü proton ve yüksüz nötronlar bulunur.

Elektrik akımı (Görsel 3G- 9) de görüldüğü gibi (-) eksi kutuptan (+) artı kutba doğru atomdan atoma geçerek akan elektron akımıdır.



Görsel 3G- 9

Elektronların akış hızı maddenin çeşidine göre farklı hızlarda olur. Her madde elektrik akımına yani elektron akımı geçişine farklı direnç gösterir ve elektronların hızına etki eder.

Maddelerin gösterdiği direncin birimi “Ohm” dur ve gösterilişi (Ω) Omega’dır. Bunun sonucu elektron hızı da değişir.

Ancak görülen elektrik hızının değiştiğini pek fark edemeyiz.

Elektrik ile elektron hız farkları

- Bir iletkendeki elektron akış hızları maddeye göre değişiklik gösterir. Bu farkı çok basit bir şekilde anlatırsak; Bakır bir telin girişindeki içindeki elektron hızları, insanı şaşırtacak derecede düşüktür. Ancak elektrik akışında iletkenin başındaki atomun elektronu hareket edip yandaki atoma geçtiğinde o atomdaki elektron da hemen yanındaki diğer atoma geçer bu böyle devam ederek elektrik akımı meydana gelir. İlk baştaki atomun elektronun hareketinden sonra telin ucundaki atom üzerindeki elektron da hareketi salisenin kesirleri zamanında son atomun elektronun hareketi elektrik akımını meydana getirir Atomların elektronlarının atomdan atoma geçmesi iletkendeki elektron hızını belirler.
- Bunu ayrıca şöyle bir örnekle de anlatabiliriz. Uzun bir borunun içine çelik bilyeleri birbirine temas edecek şekilde dolduralım, en baştaki bilyeyi itmemizle sondaki bilyede hemen hareket etmesine benzetebiliriz. Bu son bilyenin hareketi elektrik akımının başlaması gibi düşünülebilir. Buna benzer şekilde elektron hızları her maddede farklılık gösterir. Buna göre,
- **Düşük Hız:** Meselâ 2 mm² çapında ve 10 A akım taşıyan bir bakır teldeki elektronların hızı ortalama **saniyede 0.024 cm** civarındadır.
- **Yüksek Hız:** Bohr atom modelinde elektron çekirdeğin etrafında bir yörünge çizerek döner ve bu elektronun hızı yaklaşık **saniyede 2,000,000 metredir**. Yani **ışık hızının %1’i** civarında.
- **Çok Yüksek Hız:** Bir çekirdek bozunmasında yani atomdan fırlayan beta (elektron) parçacığının **hızı saniyede 300,000,000 metredir. Işık hızına çok yakındır.**
- Elektronların hızı ortalama saniyede 0.024 cm civarında denildiği halde elektrik aydınlatma devresinde düğme ile lamba arası mesafe çok uzun olsa bile düğmeye basıldığında lambanın hemen yandığını görürüz.
- Halbuki elektroların bunun yanında büyük çekirdekli atomların (Uranyum) en iç yörüngesindeki elektronların hızı ışık hızına yakındır. Bütün bunlara göre elektriği kolay veya zor ileten maddelerin yanında elektronları iletmeyen maddeler de vardır.

Elektrik akımını ileten ve iletmeyen maddeler

Elektriği rahat ileten maddeler iletken, geçişini zorlaştıran maddeler yalıtkan maddeler diye adlandırılır.

İletken

Elektriği iletme özelliği taşıyan her türlü maddeye elektriksel iletken adı verilir. Elektriği en iyi ileten Gümüş, ikinci en iyi iletken bakır, sonraki altındır. Bakır ve alüminyum kablo ve havai hat gibi elektrik tellerde gümüşe göre ucuz olması nedeniyle tercih edilir. Elektriksel iletken madde gümüş, altın, bakır ve alüminyum gibi sıralanabilir. Bu özelliğiyle gümüş, yüksek teknoloji cihazların içerisinde az bir miktarda kullanılır.

Atomları 1 valans elektronlu olan metaller iyi iletkenlerdir.

Altın kolay oksitlenmemesi sebebiyle elektriksel kontaklarda kullanılır. Altının oksidi de iletkenlerdir. Altın az bulunur olması ve fazla ısınması nedeniyle tercih edilmemektedir. Alüminyum, altından sonra en iyi iletkenlerdir ve yüksek gerilim hat iletiminde kullanılır. Bunların dışında iletkenleri üçe ayırabiliriz, katı, sıvı ve gaz

Katı iletkenler: gümüş, altın, bakır, demir, alüminyum, ıslak tahta, toprak, Metal mutfak eşyaları, Kurşun kalem ucu, madeni para ve tüm metaller elektriği iletirler.

Sıvı iletkenler: tuzlu su, limonlu su, sirkeli su, Sirke, turşu suyu, kullanma suyu, içme suyu.

Gaz iletken maddeler: argon gazı, neon gazı, bu gazlar bulundukları basınç ve sıcaklık ortamına göre iletkenlikleri değişir.

Süperiletken

Bazı maddeler, çok düşük sıcaklıklarda süperiletken durumu gösterebilir, yani elektriğe karşı direnç göstermeme durumu yaratırlar. Bazı seramik malzemeler sıvı nitrojen ile soğutulmuş (-1.794 C⁰) malzeme içerisindeki elektronlar kolaylıkla hiçbir iş yapmadan ve enerji harcamadan hareket edebilir. Bu durum laboratuvar ortamında yapılabilir ama günümüzdeki teknolojik ortamda uygulama imkânızdır.

Yarı iletken

Maddeler ısı ve elektriği iletmesi bakımından üçe ayrılır. Bunlar iletken, yarı iletken ve yalıtkan maddelerdir.

Yarı iletkenler belirgin elektriksel özellikleri olan kristal veya amorf² katılardır.

Metallerin tam tersine; dirençleri, sıcaklık arttıkça (karbon gibi) azalır. Uygulanan akım veya gerilim değişikliklerine göre de iletkenlik değeri değişir.

Maddelerde elektrik iletimi elektronlar aracılığıyla gerçekleşir. Bu sınıflandırma, maddelerin sahip olduğu toplam elektron sayısına göre değil, maddenin içinde serbest dolaşan elektronların yoğunluğuna göre yapılır. Çünkü bütün maddelerde çok sayıda elektron olsa da iletkenliği belirleyen faktör, serbest dolaşan elektronların yoğunluğudur. Bir malzemede serbest elektronların yoğunluğu ne kadar yüksekse malzeme de o kadar “iyi iletken” olur.

Yalıtkan

Bilindiği gibi elektrik, elektronların atomdan atoma geçişiyle oluşur. Yalıtkan maddeler, elektrik akımına karşı direnç gösteren maddelerdir. Yalıtkan maddelerin atomlarının son yörüngelerinde beş ve daha fazla elektron bulunduran maddeler elektron akışına karşı direnç gösterirler. Bu maddeler elektrik endüstrisinde iletkenleri birbirinden ve çevrelerinden yalıtmaq için kullanılır.

Ancak bu yalıtkanlar elektrik alanı veya elektrik yüklü madde teması sonucu, etkilendikleri nokta bölgeleri çevresinde elektrik (elektron) yüklenebilirler, yani üzerinde elektrik yükleri birikir. Yalıtkan maddelerin üzerinde biriken elektrik yükleri belli bir bölgede kalır ve dağılmaz, akmaz. Elektrik yüklerinin dağılmamasının sebebi, yalıtkanın atomlarındaki elektronların fazlalaşması, etki eden elektrik yüklerinin potansiyel etkisine ve elektrik yüküne bağlıdır. Yalıtkan maddeler tatbik edilen potansiyel ve şiddetine göre az veya çok elektron geçişi meydana gelir. Yalıtkanlar, katı yalıtkanlar, sıvı yalıtkanlar ve gaz yalıtkanlar olarak üçe ayrılır.

- **Katı yalıtkanlar:** Cam, Seramik, Cam yünü, Plastik, Tahta, Kâğıt, Pamuk, Elyaf, Taş yünü, Strafor,
- **Sıvı Yalıtkanlar:** Saf su, Zeytinyağı, Şekerli su, Kolonya, Alkollü su
- **Gaz Yalıtkanlar:** Kuru nemsiz tozsuz temiz hava, Nitrojen, carbon-dioksit, vakum, freon ve sülfür- hexaaf florid

² **Amorf katılar** kristal yapıya sahip olmayan tüm katı davranışlı maddeler için kullanılan bilimsel bir ifadedir. Hem doğal hem de insan yapımı malzemeler içerir. Cam, amorf katıların en sık belirtilen örneğidir.

Elektrik Akımında Deri Etkisi (skin effect)

Elektrik akımı iletken malzemeler üzerinden gerçekleşirken gözümüzle göremediğimiz bazı olaylar ortaya çıkmaktadır. Bu olaylardan birisi de Deri Etkisi'dir. Deri etkisi elektrik akımının iletkende homojen olarak dağılmaması iletkenin dış yüzeyine doğru yoğunlaşması durumudur.

DC gerilimde iletkenin üzerinden akan akım iletkenin homojen olarak dağılır. Yani deri etkisi DC sistemlerde görülmez. Sadece AC sistemlerde görülen deri etkisi frekans arttıkça artar. Bir başka deyişle frekans arttıkça akım iletkenin merkezinden uzaklaşarak dış yüzeyine daha fazla yaklaşır.

Aşağıdaki (Görsel 3G- 10) da görselden deri etkisi daha iyi anlaşılabilir.



Görsel 3G- 10

Yukarıdaki resimde görülebileceği gibi iletken kesitleri üzerinden incelendiğinde DC sistemlerde iletkenin tümünden akım akıyor. Düşük frekanslı AC sistemlerde iletkenin merkezinden akım akıyor ve frekans arttıkça akım yoğunluğu iletken yüzeyine doğru artıyor ve iletkenin iç tarafından hiç akım akıyor. İletken kesit hesaplarında bu durum dikkatten kaçmamalıdır.

Deri Etkisine Etki Eden Faktörler

Bir iletkenin oluştuğu deri etkisine aşağıdaki faktörlerin etkisi bulunmaktadır.

İletkenin Şekli

İletken malzemenin cinsi

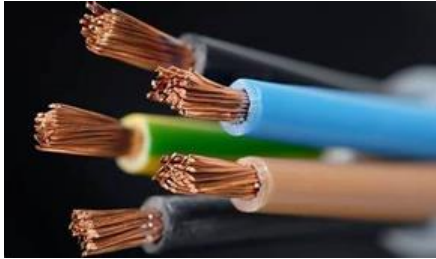
İletkenin çapı

Sistemin frekansı

Deri Etkisinin Sonuçları

Alternatif akım (AC) sistemlerinde meydana gelen deri etkisi iletim ve dağıtım hatları başta olmak üzere elektrik sistemlerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Deri etkisinde akım iletkenin dış yüzeyine doğru yoğunlaştığı için iletkenin tüm kesiti kullanılamamaktadır. Deri etkisinin bir sonucu olarak iletkenin akım taşıyan kesiti küçüldüğü için empedans artar ve sonuçta kayıpların artmasına neden olur.



Görsel 3G- 11

Deri etkisinin önüne geçebilmek için yapılan hesaplamalarla iletkenin bir iletkenin maksimum çapı belirlenir ve büyük akımlar için birbirinden izoleli küçük çaplı iletkenler birleştirilerek kablolar oluşturulur. Kabloların yapılışında uygulanan çok telli burularak yapılma yöntemi kullanılır; (Görsel 3G-11) Bu durum

kablonun döşenmesinde de kolaylıklar da sağlar.

Joul kanunu

Enerji veya iş birimine Joule (Jul) denir. 1 newtonluk kuvvet ile bir cismi 1 metre hareket ettirilmesi ile yapılan iş olarak da açıklanır. Böylece farklı ağırlık ve ölçü birimleri ile joule üzerinden hesaplama ve çevirme işlemi yapılır. Bu durumda herhangi bir iş için ne kadar enerji gerektiği hesaplaması İngiliz fizikçi James Prescott Joule tarafından keşfedilen bu kanun, elektriksel enerjinin ısı enerjisine dönüşümüyle ilgili hesaplamalar yapılabilir.

Joule Kanunu, elektrik akımının bir direnç üzerinden geçerken oluşturduğu ısı enerjisi miktarını ifade eden bir fiziksel kanundur.

Joule Kanununun matematiksel ifadesi: $Q = I^2 \times R \times t$ formül birimlerinin farklı gösterimleri, >

$$(Q = I \times I \times R \times t) > (U = I \times R) > (N = U \times I) > (Q = U \times I \times t) > (Q = N \times t)$$

Burada:

Q = Oluşan ısı enerjisi (Joule olarak ölçülür)

I = Elektrik akımı (Amper olarak ölçülür) (Amper)

R = Direnç değeri (Ohm olarak ölçülür)

t = Zaman (saniye olarak ölçülür) (saniye)

U = Gerilim (Volt)

Joule Kanunu'na göre, bir direnç üzerinden geçen elektrik akımı ile direnç değeri ve akımın geçtiği süre arasında doğrudan bir ilişkidir. Elektrik akımının karesi ile direnç değeri ve geçen süre çarpılır ve bu, direnç üzerinden geçen elektrik enerjisinin ısı enerjisine dönüşümünü temsil eder.

Ayrıca, joule birimi kilojoule (kJ) olarak da kullanılır ve 1 kilojoule, 1000 joule'e eşittir. Joule formülü ise şu şekildedir: $J = kg \times m^2/s^2$

- Bu formül, örneğin elektrik enerjisi için güç (watt) ve süre (saniye) bilgileriyle joule hesaplaması da yapılabilir. Bir saniyede bir wattlık güç üretmek için gerekli olan iştir.

Uluslararası birimler sisteminde dönüşüm için kullanılan **joule** formülü:

$$J = kg \times m^2 / s^2 = N \times m = Pa \times m^3 = W \times s = C \times V$$
 Bu formülde

J joule,

kg kilogramı,

m metreyi,

s saniyeyi,

N Newton kuvvetini,

C coulombu,

W wattı,

Pa pascalı,

V voltu ifade etmektedir.

Joule Kanunu, elektrik enerjisinin ısıya dönüşümünü anlamak ve elektrik devrelerindeki enerji kayıplarını hesaplamak için kullanılır. Dirençlerin ısınmasının miktarı, bu kanun ile açıklanabilir.

Elektrikte kullanılan Birimler ve bağlantıları

Akım, birim zamanda geçen elektron miktarıdır birimi **Amper dir.**

Katları (μA), (mA.), (A.), (kA.)

Gerilim, (+) ve (-) uçlar arasındaki potansiyel farkıdır birimi **Volt** tur

Katları (μV), (mV.), (V.), (kV.)

Direnç, Elektron geçişini zorlaştıran unsurdur birimi **Ohm** dur

Katları (Ω), (K Ω), (M Ω)

Güç Devre gerilimi ile akımın çarpımı ile bulunur birimi **Watt** tır

Katları (W.), (**kW**), (VA), (**kVAR**)

Frekans, (AC) da akım saniyede yön değişim sayısıdır birimi **Herz** dir

Katları (**Hz**), (**kHz**)

Faz farkı, İndüktif ve kapasitif devrelerde Akım gerilim arası açıdır ve **Cos ϕ** ile ifade edilir

Elektrik potansiyeli:

- Bir elektrik alanın, elektrik yükü üzerinde yapabildiği etki (basınç) kapasitesi olarak tanımlanır ve genelde **volt** olarak ölçülür. (E veya U ile gösterilir)

Elektrik akımı:

- Elektrikle yüklenmiş parçacıkların hareketi ya da akışı denebilir, bir elektrik devresinden $6,25 \times 10^{18}$ elektron geçen miktara 1 kulon denir. Bu bir kulon (coulomp) devreden bir saniyede geçerse bu miktar 1 **Amper**dir. (I) ile gösterilir.

Direnç:

- Elektrik akımının yani elektronların geçişine karşı maddenin gösterdiği etkiye maddenin direnci denir. Birimi **Ohm** dur. (R) ile gösterilir.

Elektrikte çok kullanılan bazı değerleri hesaplama yöntemleri

Tehlikelerden korunmak için elektriğin etkileri sonucu oluşabilecek tehlikeleri önlemek için tehlikenin boyutları hakkında hesaplama yapabilmemiz için bilmemiz gereken formüller aşağıda verilmiştir.

Hesaplamalarda bazı değerleri bilmemiz gerekir. Örneğin, Hesaplamalarda kullanılacak olan birimler.

İletken maddelerde hesaplamalar

İnsanın ortalama direnci **R= 1.000 Ω** olarak alınır.

İletkenlik katsayıları

Cu Bakır, **K= 56**

K= İletkenlik katsayısı (m/ohm x mm² 20⁰C)

Al Alüminyum **K= 34,8**

K= İletkenlik katsayısı (m/ohm x mm² 20⁰C)

Özdirenç değerleri

Bakır **Cu** $\rho = 0,0178$ $\rho = \text{Öz direnç} = 1/K$ (ohm x mm² 20°C/m)

Alüminyum **Al** $\rho = 0,0294$ $\rho = \text{Öz direnç} = 1/K$ (ohm x mm² 20°C/m)

Yalıtkan maddelerde hesaplamalar

Her malzemenin delinme gerilimi farklıdır, E_d ile gösterilir.

Delinme gerilimi birimi, E_d dir. Birim (kV/cm) dir.

Aşağıda bazı yalıtkanların atlama (ark yapma) mesafe değerleri verilmiştir.

E_d Hava || 30,000 V/cm,

E_d Kâğıt || 160,000 V/cm,

E_d Cam) || 140,000 V/cm

E_d Silikon || 150,000 V/cm,

E_d Teflon || 600,000 V/cm

Elektrikte kullanılan bazı formüller

Ohm kanunu (**U=I x R**) Volt =Amper x ohm

Elektrikte harcanan enerji değerini bulma,

Doğru akım devrelerinde,

DC devrelerinde Güç hesaplaması (**N= U x I**) **Watt**= Volt x Amper veya **N= R x I²**

Alternatif akım devrelerinde,

AC tek fazlı devrelerde güç hesaplaması **N= U x I x Cos.φ**

AC üç fazlı devrelerde güç hesaplaması **N= 1.73 x U x I x Cos.φ**

Burada,

N=Watt,

U=Volt,

I=Amper,

Cos.φ=Güç faktörü

Elektrik devreleri üzerinde gerilim düşümü hesabı

Akım geçen iletken devreleri üzerinde gerilim düşümü miktarı,

Gerilim düşümü formülü $U_d = (2 \times L \times I) / (K \times s)$ $K_{Cu}=56, K_{Al}= 34,8$

U_d = hat üzerinde düşen gerilim değeri (Volt)

İletken kesitini bulma formülü $s = (2 \times L \times I) / (K \times U_d)$ $K_{Cu}=56, K_{Al}= 34,8$

U_d = gerilim düşümü (V),

L =mesafe (m.),

K =İletkenlik katsayısı. $K_{Cu}=56, K_{Al}= 34,8$

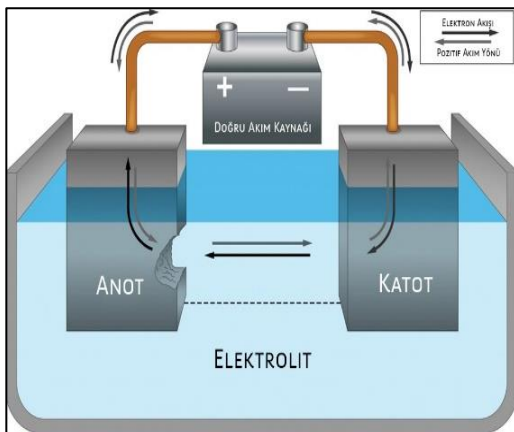
S =iletken kesiti (mm²)

Jul kanunu (Kalori) $Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t$

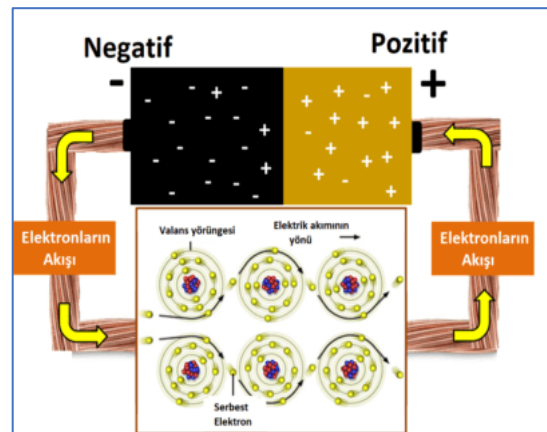
Q = kalori, R =ohm, I =amper, t =saniye

Elektrik (+) dan (-) ye mi? (-) den (+) ya mı akar

Bir elektroliz işleminde (Görsel 3G-12) de görülen (+) anota bağlı olan metalin eksilip (-) katot üzerinde birikmesi gözlenince elektrik akımının (+) kutuptan (-) kutba aktığı görüşü kabul edilmiştir. Daha sonraları atom, elektron, proton ve nötronlar keşfedilince elektrik akımının atom etrafında dönen elektronların akışı olduğu ispatlandı. Yani elektrik akımı bir elektron akımı olduğu kabul edildi (Görsel 3G-13) te görüldüğü gibi elektronlar atomdan atoma geçerek elektrik akımını oluşturur.

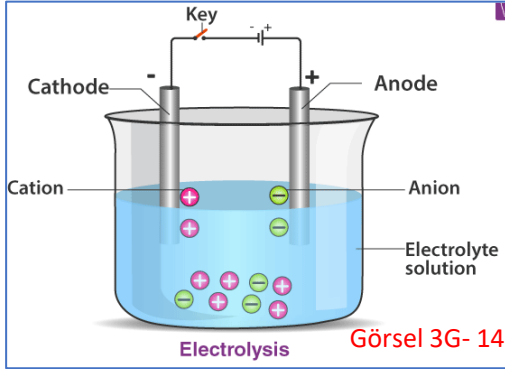


Görsel 3G- 12



Görsel 3G- 13

Bu durumda elektroliz işleminde neden böyle görüldüğünün (Görsel 3G-14) te görülen sistem üzerinden açıklamasının yapılması gerekir.



İyon adı verilen elektrik yüklü parçacıklar (NaCl) sodyum klorür eriyiği içinde pozitif yüklü sodyum iyonları ve negatif yüklü klor iyonları elektrik akımı verildiğinde pozitif yüklü iyonlar negatife, negatif yüklü iyonlar pozitif elektrotta gider. Daha sonra pozitif yüklü iyonlar elektron alır ve negatif yüklü iyonlar elektron kaybeder. Elektrik akımı erimiş sodyum klorürden geçirilirse, Sodyum (+) metal iyonlarını alarak katot'a gider ve Klora (gaz) olarak anot'a gider ve gaz kabarcıkları çıkarır. Yani metal (+) kutuptan (-) kutba taşınmış olur. Bu taşınma da elektrik akımı olduğu zannedilmiştir.

Bir elektroliz olayında (NaCl) sodyum klorür eriyiği içinde elektrik akımı geçirildiğinde anottaki madde elektrolit içinde iyonlarına ayrılarak (+) yüklü olan iyonu (-) değerde olan katot elektrodu ile birleşerek (iki farklı elektrik yüklü kutup olduğu için birini çeker) anottan aldığı metal iyonlarını burada bırakır. Yani (+) yükten (-) yüke taşınmış olur. Böylece (+) kutupta malzeme eksilir (-) kutupta malzeme birikir. Diğer Buda elektrik akımı olarak görülerek elektriğin uzun yıllar (+) dan (-) ye geçtiği kabulü ile işlemler yapılmıştır. Elektrotlara giden iyonlar ile metaller çökeler ve gazlar kaçar. Bir maddeyi akımla parçalama yeteneği birçok şekilde kullanılır. Elektroliz, elektro kaplama için yaygın olarak kullanılır.

Not:

İyon, (Fransızca kökenli ion), bir veya daha çok elektron kazanmış ya da yitirmiş bir atomdan (veya bir atom grubundan) oluşmuş elektrik yüklü parçacıktır. Atomlar kararsız yapılarından kurtulmak ve kararlı hale gelebilmek için elektron alırlar ya da kaybederler.

Kaynak:

<https://www.bing.com/search?q=atomun+manyetik+%C3%B6zelli%C4%9Finde+elektronlar%C4%B1n+durumu&form>

<http://konez.com/atomic>

<https://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik/atom-ve-atomun-yapisi-1658/>

http://konez.com/atomic_particles.htm

Farklı elektrik üretimleri

Maddelerin atomik yapılarına göre mikro akımlar mertebesinde elektrik elde edilme yöntemleri olarak,

Piezo elektrik

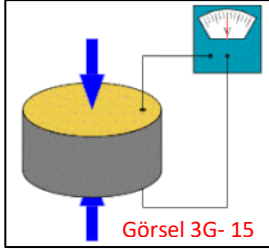
Piro elektrik

Termo elektrik

Foto elektrik

Basınçla, (Piezoelektrik)

1) **Piezoelektrik özelliği**, (özellikle kristaller ve belirli kristaller; kemik gibi) bazı malzemelere

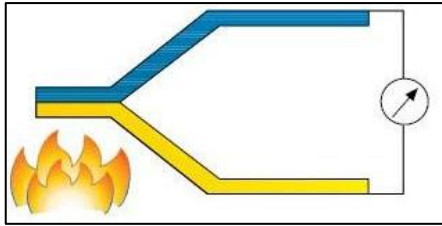


uygulanan mekanik basınç sonucu basınç yüzeyleri arasında elektrik potansiyeli oluşur. Bu etki, malzemenin kristalleri arasında açılı sürtünme sonucu polarizasyon meydana getirir. Aynı kristale elektrik potansiyeli uygulandığında da kristalde çok küçük genişleme meydana gelir. (Görsel 3G- 15)

Kristal mikrofon ve kulaklıklarda, pikap iğnelerinde, baskül ve kantarlar gibi birçok yerde kullanılmaktadır. Evlerde ocak çakmaklarında da kullanılır.

Isı ile, (Piroelektrik)

1821 yılında Alman fizikçi Thomas Johann Seebeck, farklı iki metali uç kısımlarından



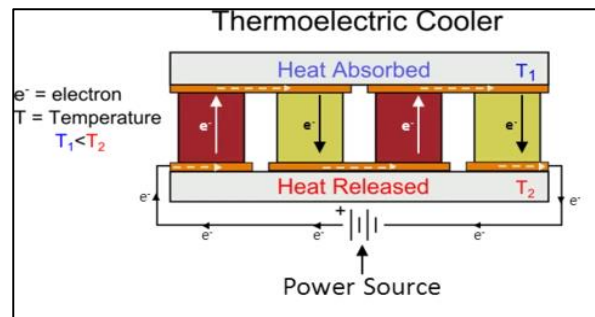
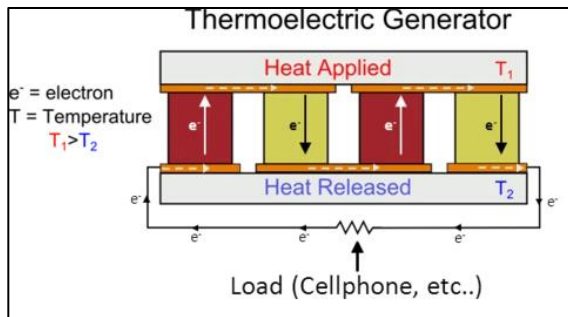
birleştirerek bir kapalı devre elde etmiştir. Termoelektrik malzemenin bir ucunu ısıtmak, ısıtılan uçtaki atomların elektronların hızı artarak bu bölümde potansiyel enerjinin artması sonucu elektronların sıcak uçtan soğuk uca doğru hareket etmesine neden olmaktadır. Elektronların sıcak

uçtan soğuk uca doğru hareketi, elektrik akımının oluşmasına ve gerilim üremesine neden olur. (Görsel 3G- 16) Dolayısıyla, küçük gerilimde elektrik enerjisi üretir. Üretilen elektrik enerjisi ile devreye bağlanarak kullanılabilir.

Bu sistem seri bağlanarak daha iyi potansiyelde elektrik elde edilebilir. Yapılan bu sistem iki amaç için kullanılabilir.

Elemanlar ısıtılırsa sistem elektrik üretir. (Görsel 3G- 17)

Elemanlar DC gerilim uygulanırsa soğutucu gibi çalışır. (Görsel 3G- 18)



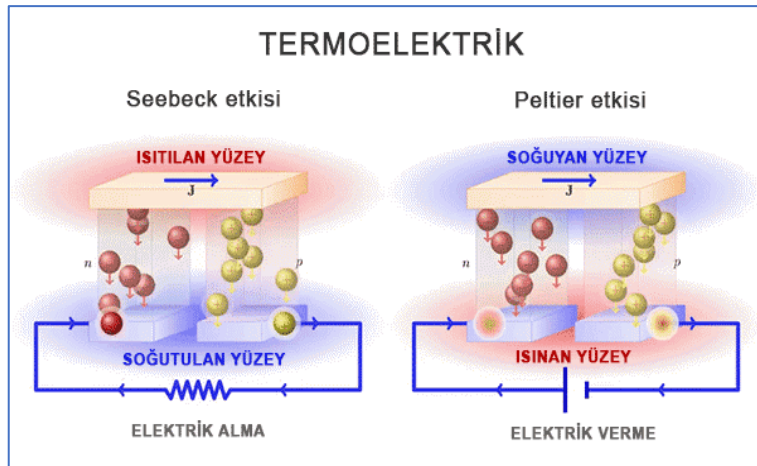
Seebeck Etkisi

1821 yılında Alman fizikçi Thomas Johann Seebeck, farklı iki metali uç kısımlarından birleştirerek sıcaklık farkından yararlanarak elektrik enerjisi üretilbileceğini keşfetmiştir. Sıcaklık farkından yararlanılarak üretilen elektrik enerjisi ise, termoelektrik enerji olarak adlandırılmaktadır.

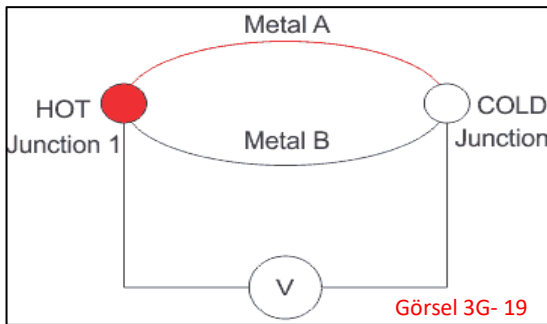
Peltier Etkisi

Elektrik enerjisi kullanılarak sıcaklık değişimi yaratmak mümkün olduğunu 1834 yılında Fransız fizikçi Charles Peltier, kapalı devre halindeki iki farklı metalden elektrik akımı geçirdiğinde, metallerin birinin ısındığını diğersinin ise soğuduğunu gözlemlemiştir.

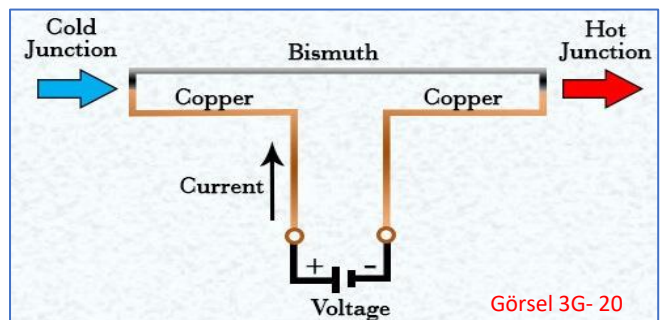
Bu “Peltier Etkisi” olarak isimlendirilmektedir. (Görsel 3G- 19) ve (Görsel 3G- 20)



©) Kaynak: <https://www.lafsozluk.com/2018/08/termoelektrik-nedir-termoelektrik-etki.html>



Görsel 3G- 19

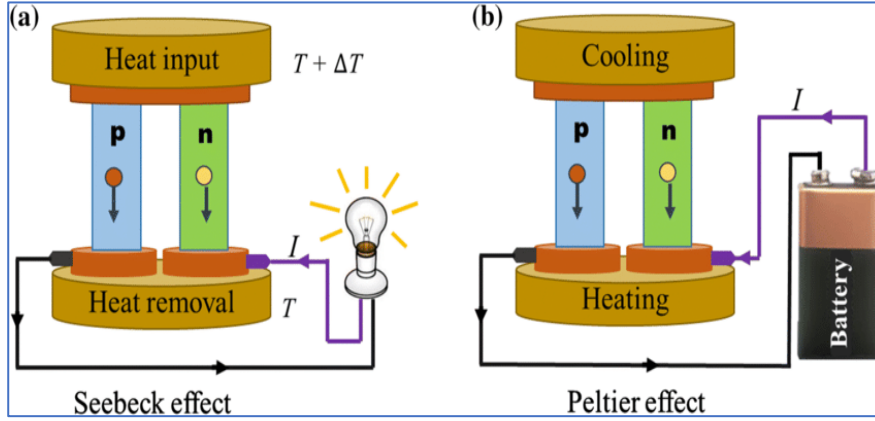


Görsel 3G- 20

Peltier Etkisi Şematik Gösterimi

Termoelektrik

Termoelektrik, ısı enerjisi ile elektrik enerjisi arasındaki ilişkileri Peltier- Seebeck etkileri olarak adlandırılır (teoriyi bulan mucitin adı) Isı ve elektrik ilişkisi olarak, ısıнын elektriğe dönüşmesi olayına Seebeck etkisi, elektriğin ısıya dönüşmesi olayına Peltier etkisi denilmektedir. Bu iki yönlü bir süreçtir. (Görsel 3G- 18) (Görsel 3G- 19) (Görsel 3G- 20)

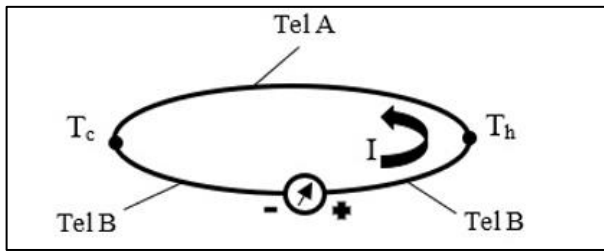


https://tr.wikipedia.org/wiki/Termoelektrik_etki

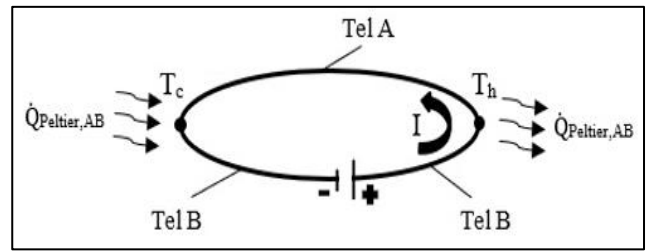
Görsel 3G- 21

Termoelektrik modüllerin güç üretimi amaçlı veya ısıtma-soğutma amaçlı olarak çalışabilmeleri, modülün içerisinde bulunan yarı iletken malzemelerin içerisinde gerçekleşen delik (hole) ve elektronların katı hal içerisindeki hareketleriyle meydana gelen termoelektrik etkilerle sağlanmaktadır. Bu etkiler; iki farklı metalden yapılmış ve bir uçları birleştirilerek oluşturulan kapalı bir devre kurarak, devrenin birleştirilen noktasının ucunu ısıtılarak bir elektrik akımı meydana gelir.

Bu olay termoelektrikte Seebeck etkisi olarak bilinir. (Görsel 3G- 22) de gösterildiği gibi, A telinin her iki ucu B teliyle birleştirilmiştir. B telinin arasına bir voltmetre yerleştirilerek, kapalı bir devre oluşturulmuştur. Bu devrenin birleşim noktalarından birine ısı uygulanarak iki uç arasında sıcaklık farkı oluşturulduğunda, voltmetrede bir potansiyel fark (ΔV) elde edildiği görülür. Bu potansiyel fark, sıcaklık farkıyla orantılıdır ve büyüklüğü aşağıdaki denklem ile belirlenir. Bu denklemde; $\Delta T = T_h - T_c$, $\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$ ve α_{AB} , ısı çift malzemesinin Seebeck katsayıları (termoemk) farkı olup, birimi V/K'dir



Görsel 3G- 22



Görsel 3G- 23

Bu denklemde; $\Delta T = T_h - T_c$, $\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B$ ve α_{AB} , ısı çift malzemesinin Seebeck katsayıları (termoemk) farkı olup, birimi V/K'dir.

Yukarıdaki (Görsel 3G- 23) şekilde gösterildiği gibi, eğer iki farklı telden oluşturulan bir devreden doğru akım (DC) geçirilirse, telin bir ucundan Q_{Peltier} kadar ısı atılırken (ısıtma), telin diğer ucundan $(-)Q_{\text{Peltier}}$ kadar ısı çekilir (soğutma). Bu ısı miktarı geçen akım miktarı ile orantılıdır ve uygulanan elektrik akımının yönüne bağlı olarak soğuk ve sıcak ucu yerleri değiştirilebilmektedir.

Peltier etki denir ve büyüklüğü aşağıdaki denklemle belirlenir.

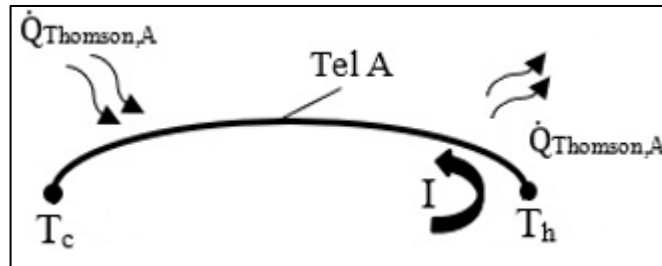
$$\Delta V = \alpha_{AB} \cdot \Delta T$$

$$\dot{Q}_{\text{Peltier}} = \pi_{AB} \cdot I$$

Bu denklemde; π_{AB} Peltier katsayısıdır ve bu katsayı uygulanan DC akımdan ne kadar ısıtma ya da soğutma elde edilebildiğinin bir ölçüsüdür. Peltier ısıtma ya da soğutma, ısı ve elektrik arasında tersinirdir. Yani ısıtma ya da soğutma ile doğrudan herhangi bir enerji kaybı olmadan elektrik üretilebilir ya da tam tersi de gerçekleşebilir. Bununla birlikte sistemin soğutma gücünü peltier soğutma haricinde etkileyen iki faktör daha bulunmaktadır. Bunlar, Peltier soğutma etkisine karşı bir şekilde çalışırlar ve sistemin soğutma gücünü azaltırlar. Bu faktörler, ısı iletimi ve Joule ısınmasıdır.

Thomson Etkisi

Thomson Etkisi: Peltier ve Seebeck etkilerine ek olarak, tek bir iletkenin herhangi iki noktası arasında sıcaklık gradyanı varsa ve aynı zamanda bu iletkenden akım geçirilirse Thomson etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu etki, akım yönüne ve malzemeye bağlı olarak uçların birinde ısı açığa çıkarırken, diğerinde soğutma oluşturur [2].



Görsel 3G- 24

Tomson etkisi

Thomson etkisi (Görsel 3G- 24) hem sıcaklık gradyanıyla hem de elektrik akımıyla orantılıdır ve büyüklüğü aşağıdaki denklemle ifade edilir. Bu denklemde; τ_{AB} Thomson katsayısıdır ve

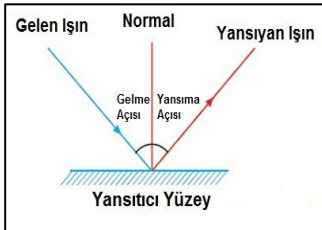
$$\dot{Q}_{\text{Thomson}} = -\tau_{AB} \cdot I \cdot \nabla T$$

bu katsayı diğer termoelektrik katsayılardan farklı olarak tek bir malzeme için ölçülmektedir. Ayrıca Thomson ısı, ısı ve elektrik arasında tersinirdir.

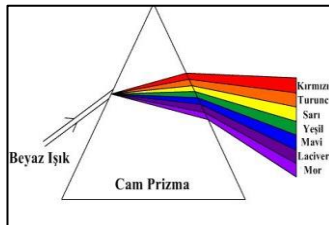
Foto elektrik

Işık parçacığı fotonların metal yüzeylerden elektron kopararak kinetik enerji kazanmalarını ifade eder. Güneş'in çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışınım enerjisidir.

- Fırlatılan elektronların enerjisi, ışımının frekansı ile doğru orantılıdır.
- Bir metalden elektron koparabilmek için ışımının belli bir frekansa eşit veya daha yüksek frekansta olması lazım.
- Bu düzeye metalin eşik enerjisi yahut iş fonksiyonu adı veriliyor.
- Gönderilen ışık hüzmesinin enerjisi metalin eşik enerjisinden küçük olursa metalden elektron koparmak mümkün olmaz,
- Işık şiddeti birim zamanda gönderilen foton sayısıdır.
- Işımının şiddetinin artırılması, fırlatılan elektronların sayısını artırır, fakat enerjisini değiştirmez. Her foton metal yüzeyden sadece bir elektron kopmasına yardımcı olur
- Bu elektron fırlatma olayı klasik fizik ile açıklanamaz.



Görsel 3G- 25



Görsel 3G- 26a



Görsel 3G- 26b

Işık hüzmesi

Işık hem dalga hem de foton denen ve kütlesi olmayan parçacıklarla ortama küresel şekilde yayılır. Güneşten gelen ışınlar çok geniş bir spektrumda dalgaya sahip olmasına karşın bizim görebildiğimiz $[(3,8- 7,5) \times 10^{15} \text{ Hz}]$ frekansı ve hızı da $[(3,8- 7,5) \times 10^{-15} \text{ m.}]$ değeri olan beyaz ışık hüzmesi görünümünde, yansıma düzenine geldiği açı ile aynı açıda yansır.

Bu durum (Görsel 3G-25) te gösterilmektedir. Bir prizma yardımıyla ışık renklerini (frekansı) ayıran sistemde farklı renkler görebiliriz.

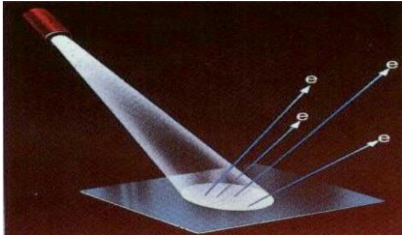
Burada renkler farklı frekanslarda olduğu için prizmaya girerken yansır bu yansıma frekansı yüksek olan mor renk daha fazla kırılır frekansı daha düşük olan kırmızı ise daha

az kırılma gösterir. Bu kırılma durum (Görsel 3G- 26a) da gösterilmektedir. Renklere ayrılmış ışın hüzmesini tekrar prizmadan geçirilirse (Görsel 3G- 26b) de görüldüğü gibi renkler üst üste biner bir mercekten toplanırsa tekrar beyaz ışın hüzmesine dönüşür.

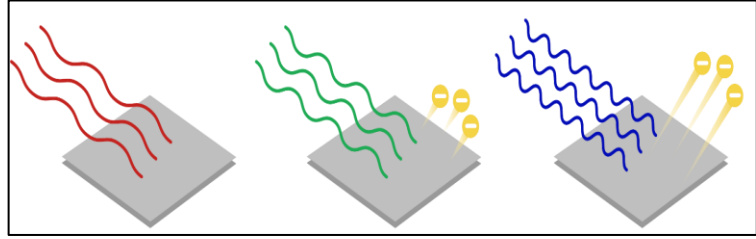
Bulunduğu ortamda Işık enerji değeri

- Güneş'in yüzeyinde güneş radyasyonunun yoğunluğu yaklaşık $6,33 \times 10^7 \text{ W/m}^2$ dir.
- Uzayda Güneş ışıının şiddeti, aşağı yukarı sabit ve $1,37 \times 10^4 \text{ W/m}^2$ (Watt/m²)
- Yeryüzünde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişim gösterir.
- Güneş'e dik bir yüzey üzerinde ölçüldükleri zaman $1,366 \text{ W/m}^2$ dir.
- Bu değer Güneş enerjisi sabiti olarak da anılır.
- Atmosfer bu enerjinin %6'sını yansıtır, %16'sını da sönümler,
- Açık havada deniz seviyesinde ulaşılabilen en yüksek Güneş enerjisi $1,020 \text{ W/m}^2$ dir.

Işık enerjisinden elektrik elde edilmesi



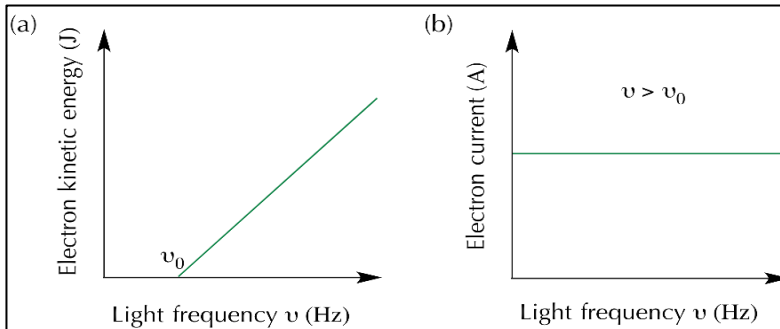
Görsel 3G- 27a



Görsel 3G- 27b

Işığın enerjileri ışığın frekansları ile değişen fotonların akışı olduğunu düşünülebilir. Bir foton metal bir yüzeye çarptığında, fotonun enerjisi metal yüzeydeki bir elektron tarafından soğurulur. (Görsel 3G- 27a) da ışığın frekansı ile koparılan elektronların kinetik enerjisi arasındaki ilişki vardır. (Görsel 3G- 27b) de ise düşük frekansta olan kırmızı ışığın elektron koparamadığı, frekansı daha yüksek olan yeşil, mavi renklerin elektron kopardığı frekans yükseldikçe daha güçlü (miktar değil) bir şekilde elektron kopardığı görülmektedir.

Bilim insanlarının gözlemlerine göre, ışığın frekansı, maddenin minimum frekans olan' dan



Görsel 3G- 28a

Görsel 3G- 28b

düşük olduğunda, ışığın genliğinden bağımsız olarak, metal yüzeyinden elektron koparılamadığını saptadılar. Maddenin minimum frekans aynı zamanda maddenin eşik frekans olarak da adlandırılır, bu

değer metalin cinsine bağlı olarak değişir. Işığın frekansı maddenin eşik frekansından büyük olduğunda metalden elektron koparır.

Koparılan bu fotoelektronların kinetik enerjisi, metale gelen ışığın frekansı ile orantılıdır.

Fotoelektronların kinetik enerjisi ile gelen ışığın frekansı arasındaki ilişki yukarıda verilen grafik (Grafik 3G- 28)'de gösterilmiştir. Burada soldaki grafik “maddenin eşik frekansı”nın üzerindeki frekansa geldikten sonra elektron koparıldığı ve frekans artıça elektron kinetik enerjisi yani Joule değeri artışı görülmektedir.

Aynı görselde sağdaki grafikte ise frekansın yükselmesi durumunda akımda bir değişiklik olmadığı sadece aynı akımda fazla enerji (joule) verebileceği yani daha yüksek kinetik enerji verebileceği görülmektedir. (Grafik 3G- 28)

Metale gönderilen fotonun enerjisi, metalin eşik enerjisinden büyük ise foton enerjisinin bir kısmını elektronu yörüngeden koparmak için harcarken geride kalan enerjisini elektrona kinetik enerji olarak bırakır ve bu sayede anot (-) kutup metale ulaşan elektronlar devrede bir akım meydana getirir.

Evsel amaçlı kullanılan Güneş pilleri bir inverter aracılığı ile elektrik şebekesine bağlanabilir, böylece üretilen elektriğin akülerde depolanması ile elektrik tasarrufu edilebilmektedir.

Işık enerjisi, farklı biçimlerde dönüşebilen bir enerji türüdür. Elektrik enerjisi, ışığa dönüştürdüğü gibi, güneş panelleri de güneş ışığını emerek elektrik enerjisine dönüştürür. Bunlar Fotovoltaik pillerdir, güneş ışığını alıp doğrudan elektriğe çevirir. E lde edilen elektrik doğru akımdır.

Işık akısı ve ışık enerjisi, gözün algıladığı elektromanyetik güce ışık akısı denildiği için, gözün algıladığı enerji de ışık akısı ile bu akının süresinin çarpımı olarak ifade edilir.

$$Q = 4 \cdot \pi \cdot I \cdot t$$

Görsel 3G- 29a

$$I = \frac{\Phi}{4 \cdot \pi}$$

Görsel 3G- 29b

$$I = \frac{Q}{t \cdot 4 \cdot \pi}$$

Görsel 3G- 29c

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Görsel 3G- 29d

Burada

Q de ışık enerjisi birimi “**Lümen**”

I ışık şiddeti (candel m2 ye düşen ışık akısı) birimi “**lüks**”

Φ ışık akısı, (ortama yayılan ışık akısı) birimi “**fluks**”

t zaman birimi “**sn**”

c ışık hızı **299.792.458 m/sn**

f ışığın frekansı “Herz” veya “Cycle”

λ Işınım dalga boyu birimi “nm” nanometre

MKS sisteminde SI birimleri

Işık enerjisi (Q) ışık kaynağından çıkan, küresel olarak ortama dalga ve fotonların yarattığı ışık enerji miktarıdır ve birimi “**lumen**” dir. (Görsel 3G- 29a) ve (Görsel 3G- 29c)

Işık akısı (Φ), küresel ortama dalga ve foton olarak yayılan ışık akı miktarıdır ve birimi (ortama yayılan ışık akısı) birimi “**fluks**” (Görsel 3G- 29b)

Işık şiddeti (I), kaynağından çıkan ışık akısının düzlem üzerinde m^2 ye düşen ışık akısı miktarıdır ve birimi (candel veya) **Lüx** tür. dir. (Görsel 3G- 29b)

Işınım dalga boyu (λ), Bildiğimiz ışığı oluşturan foton parçacıklarından, müon, neutrino, proton vb. içeren kozmik ışınlara kadar pek çok farklı türden ışınım vardır. Elektromanyetik ışınım dalga gibi yayılır, ancak bir su ya da ses dalgaları gibi değildir. Bu dalgalar ortamda bulunan hava veya suyu titreştirerek dalgalarını yayar. Halbuki ışık dalgaları bilardo topları gibi ışık fotonlarının özel yönlendirici yoksa küresel olarak dalga halinde yayılır. Foton dalgalarının dağılımında bir ortam söz konusu değildir, birimi “nm” nanometre

Işınım dalga boyu veya frekans ile tarif edilebilir. İkisi arasındaki ilişki ışınım dalga boyu ışık hızının frekansa bölümü ile bulunur.

$E_k = hf - \phi$ Burada ϕ ’ye maddenin iş fonksiyonu denir ve maddeden maddeye değişen bir sabittir.

Fotoelektrik olay formülü

Fotoelektrik etki aynı şekilde ters etkileşime de sahiptir. Yani belli bir kinetik enerjiyle gelen elektron madde yüzeyine çarptığında bir elektromanyetik dalga meydana getirir. Yayınlanan dalga'nın enerjisi çarpan elektronun kinetik enerjisiyle doğru orantılıdır.

Not:

- Işığın genliği sabit tutularak frekansı artırıldığında metal tarafından soğurulan *foton sayısı* sabit kalır.
- Metalden koparılan elektron sayısı (bir başka deyişle ölçülen elektrik akımı) da sabit kalır.
- Ölçülen elektrik akımı ile ışığın frekansı arasındaki ilişki (Görsel 3G- 28b) yukarıda verilen grafikte ‘de gösterilmiştir.

- Frekans ile kinetik enerji arasındaki ilişkiyi enerji korunumu yasası ile analiz edebiliriz.
- Metal yüzeye gelen fotonun toplam enerjisi (E_{foton}), metal yüzeyden koparılan elektronun kinetik enerjisi (KE_{elektron}), ile metalden elektron koparmak için gerekli enerjinin toplamına eşittir.
- Belirli bir metalden elektron koparmak için gerekli enerji metalin *iş fonksiyonu* olarak adlandırılır ve birimi Joule olan Φ ile gösterilir.

Kopan elektronun kinetik enerjisini bulmak için şu bağıntıyı kullanırız

$$E_{\text{foton}} = KE_{\text{elektron}} + \Phi$$

Eşik frekans değeri de metale bağlı olarak değişmektedir. Bahsedilen ilişkileri Planck'ın denkleminde kullanarak fotonun enerjisini ışığın frekansı cinsinden ifade edebiliriz:

“MacBook” üzerinde sızıntı gerilim nedeni

MacBook bilgisayarlarda adaptör takılı iken dış kısmında çok hafif elektrik hissetme nedeni araştırıldığında görülen durum, 30 Watt adaptörlerin fişinde topraklama kontağı olmadığı ve alternatif akım şehir şebekesine bağlantısında Bilgi Sayar topraklanmamış olduğunda sızıntı gerilim hissedilmesinin nedenini, birçok ülkenin kaynaklarında araştırdım ve bilimsel izahı olan bir bilgi bulamadım.

Bu olayın nedeni için düşüncelerimi bazı nedenlere bağlayabilirim.

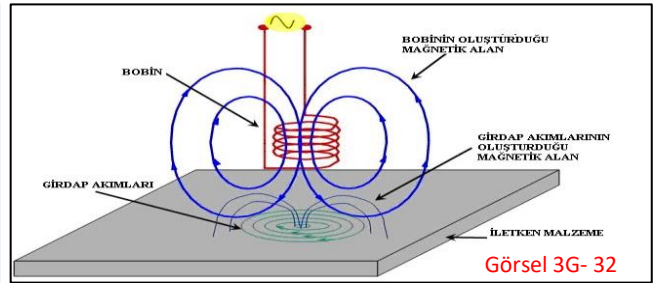
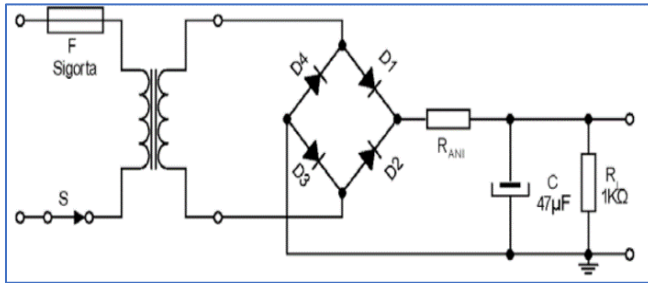
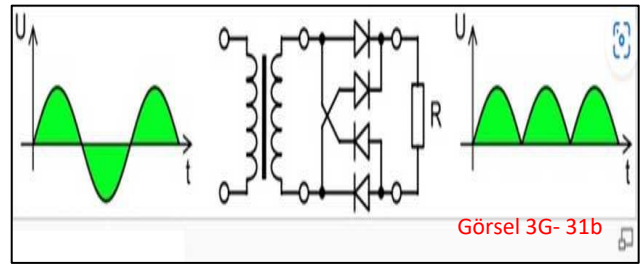
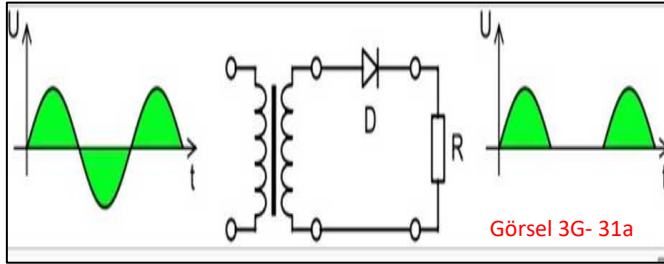


1) MacBook bilgisayarların gövdesi (**Görsel 3G-30**) görselinde görüldüğü klavye bölümü gibi alt kısım da alüminyum bloktan ihtiyaca uygun olarak oyularak kasa yapılmış ve elektronik elemanlar buralara yerleştirilerek MacBook bilgisayarları yapılmış.

Bilgisayarın kendi DC (akü devresinden beslendiğinde bu sızıntı akım hissedilmemektedir. Ancak bilgisayar adaptör ile beslendiğinde adaptör AC akımı doğru akıma çeviren redresörün çıkışı,

- Adaptörlerdeki redresörün çıkışında gerilim aküden alınan DC deredeki gibi tam doğru gerilim gibi değil (**Görse 3G- 31a**) da görüldüğü gibi kesik kesik gerilim (yarım dalga) ve hafif gerilim dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bunu düzeltmek için,
- Diğer bağlantı sisteminde (**Görse 3G- 31b**) de ise diyot köprü bağlantısı yapıp devreye arak çıkış gerilimi kesiksiz olarak elde edilmiş durumumu görülmektedir.

- c) Daha sonra çıkış devresine kondansatör ve self (bobin) devreleri konularak çıkış dalgasını daha düz hale getirilmeye çalışılmıştır. (Görse 3G- 31c) görselinde görülmektedir.
- d) Bütün bu önlemlerle elde edilen gerilim değişimleri azaltılmaya çalışılmıştır.
- e) Buradan da görüldüğü gibi DC akım da olsa faz değiştirmeden dalgalanan bir gerilim olduğu görülmektedir. Dalgalanan bu gerilim, çok küçük manyetik akımlar meydana getirir. Meydana gelen dalgalı manyetik alan da elektrik dirence düşük olan alüminyum gövde üzerinde rahat bir şekilde “girdap” elektrik akımları meydana getirir. Bu akımların oluşu (Görse 3G- 32) de gösterilmiştir. İnsana zarar vermeyen ama rahatsız eden bir gerilim hissedilir.



Kaynaklardan bulduğum bir bilgide Amerika’da Adaptörün Uzatma kablosunun prize giren tarafında topraklama kontağı olan ve kablosunun da toprak hatlı (üç iç kablolu) olduğunda bu sorunu ortadan kaldırıyor denildiğini gördüm. O şekilde uzatma kablom olmadığı için deneyemedim nasıl olacağını da bilimsel olarak izah edemedim. Toprak kontaklı ve toprak hattı olan prize adaptör takıldığında da bu sızıntı gerilim yok olmadı. Bu gerilimlerin insana sadece psikolojik ve korkup refleks etkisi dışında bir akımın zararı olacağını sanmıyorum.