

Ampere Yasasından Maxwell Denklemine

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = I$$

Ampere devre yasası olarak da bilinen bu ifade kapalı bir c eğrisi boyunca manyetik alan şiddetinin çizgi integralinin, bu kapalı yolun sınırları içerisindeki elektrik Akımını vereceğini söyler.

Akım hacimsel akım yoğunluğu cinsinden ifade edilirse;

$$I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$$

akım c eğrisince sınırlanmış s yüzeyi

üzerinden akım yoğunluğunun yüzey integrali olarak yazılabilir.

Stokes teoremini hatırlarsak;

$$\int_S (\vec{\nabla} \times \vec{F}) \cdot d\vec{s} = \oint_C \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} \quad \text{Ampere ifadesini yazmak}$$

zor değildir

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}$$

Bu ifadenin her iki tarafının diverjanısını alırsak,

$$\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{H}) = \vec{\nabla} \cdot \vec{J}$$

olur ki eşitliğin sol tarafı sıfırdır.

Çünkü bir rotasyonunun diverjanısı sıfırdır.

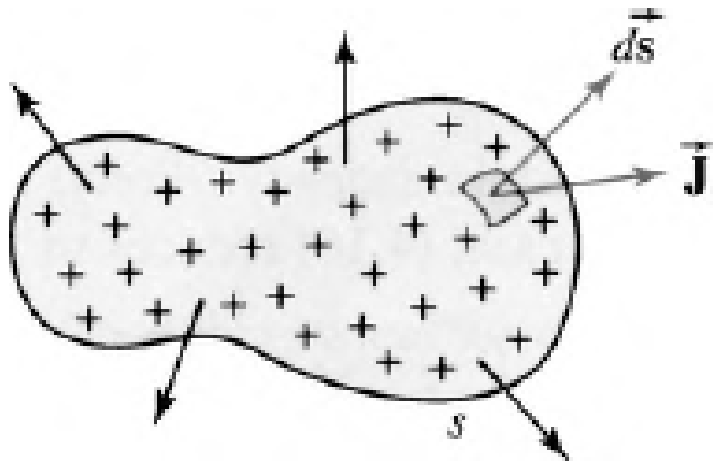
$$\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{H}) = 0$$

Bu da $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = 0$ olması demektir. Ancak genellikle

Zamanla değişen alanlar için bu geçerli değildir.

Bu noktada süreklilik denlemini değerlendirmemiz gerekir;

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho_v}{\partial t}$$



Şekildeki gibi iletken bir bölgeyi
Sınırlayan bir S yüzeyi düşünersek;
S yüzeyinden geçen toplam akım,

$$i(t) = \oint_S \vec{J} \cdot d\vec{s}$$

Olur. Yüzeyden ayrılan akımı,

Yüzeyde yok olan yüklerin zamana
Bağlı değişimi olarak da
İfade edebiliriz: Q yükünün hacimce

$$i(t) = -\frac{dQ}{dt}$$

Yük yoğunluğu cinsinden değeri de
Kullanılırsa

$$Q = \int_V \rho_v dv$$

$$\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_V \rho_v dv$$

süreklilik denklemi elde edilir.

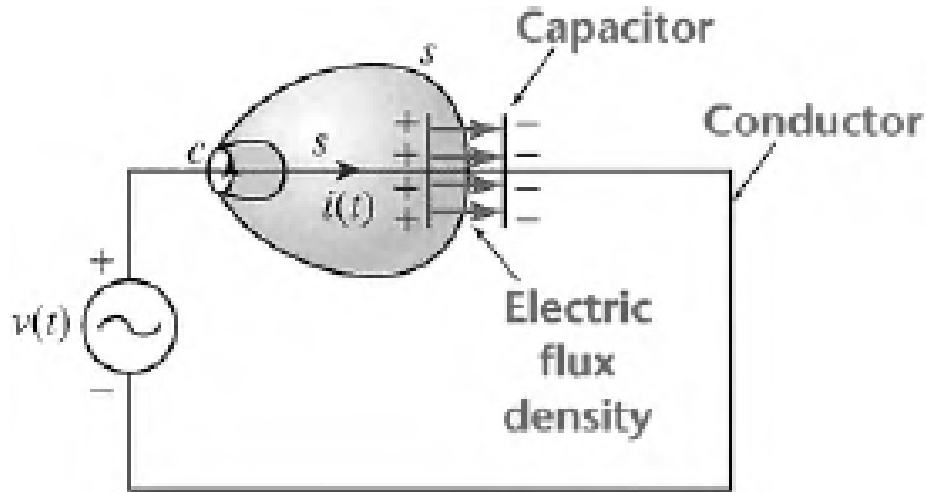
$$\oint_s \vec{J} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_v \rho_v dv$$

Süreklilik denklemi özetle; bir bölgedeki yük değişiminin, söz konusu bölgeyi sınırlayan Yüzey boyunca yük akışıyla ilişkili olduğunu anlatır. Yükün korunumlu olması durumu Olarak da ifade edilebilir. Yukarıdaki ifade süreklilik denkleminin integral biçimidir.

ÖDEV : Diverjans teoreminden yararlanarak süreklilik denklemi için

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho_v}{\partial t} \quad \text{ifadesini elde ediniz}$$

Maxwell denklemi olarak Ampere Yasasını ifade etmeye geri dönersek:



Alteranatif gerilime bağlı
şekildeki gibi bir kondansatör
düşünelim. Bu kondansatörün
her bir elektrodunda yük
depolanması süreci
zamana bağlı bir süreçtir.
Devrede zaman bağlı
değişen bir akımdan söz

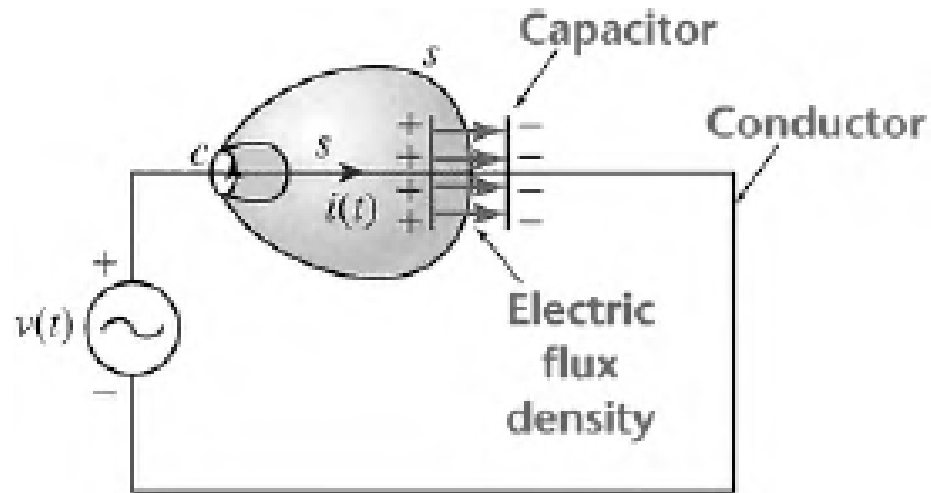
Edilebilir.

akımının da bölgede zamana bağlı değişen bir manyetik alan oluşturması
 $i(t)$ beklenir. Şekilde aynı c kapalı yoluna bağlı iki s yüzeyi görülmektedir. Küçük
 s yüzeyi dikkate alınırsa, Ampere devre yasası yazılabilir,

$$\oint_c \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = i$$

ve sağlandığı görülür ancak kondansatör plakaları arası bölgeyi
içeren büyük s yüzeyi için aynı yasayı yazmak isteseydik,

$$\oint_c \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = 0 \quad \text{olmalıydı.}$$



Kondansatör plakaları arası bölge için

$$\oint_C \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = 0$$

Olması bir çelişkidir. Devredeki akımın Olmaması anlamına gelir.

Maxwell bunu kondansatör plakaları arasında da bir akım olması gerektiği, iletkenlik Akımı olmasa da **yer değiştirme akımı** olarak adlandırılacak bir akımın varlığının Buradaki çelişkiyi ortadan kaldıracağını ortaya koymuştur.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_v$$

Gauss Yasası ve

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho_v}{\partial t}$$

Süreklilik denklemini kullanarak

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\frac{\partial}{\partial t}(\vec{\nabla} \cdot \vec{D})$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{J} = -\vec{\nabla} \cdot \left(\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \left(\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

düzenlenmiş Maxwell
Denklemini
yazmıştır

$$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

iletkenlik akım yoğunluğu

Yerdeğiştirme akım yoğunluğu

$$\left. \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right\} \text{ toplam akım yoğunluğu}$$

ÖRNEK: Boş uzayda manyetik alan şiddeti

$$\vec{H} = H_0 \sin \theta \vec{a}_y \text{ A/m} \quad \text{olarak veriliyor .}$$

Yer değiştirme akım yoğunluğunu ve elektrik alan şiddetini hesaplayınız