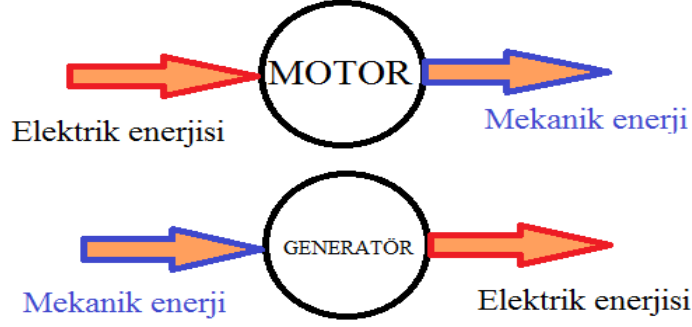


DENEY-2

ELEKTRİK MAKİNALARINDA MANYETİK ALANLAR

ELEKTRİK MAKİNALARI

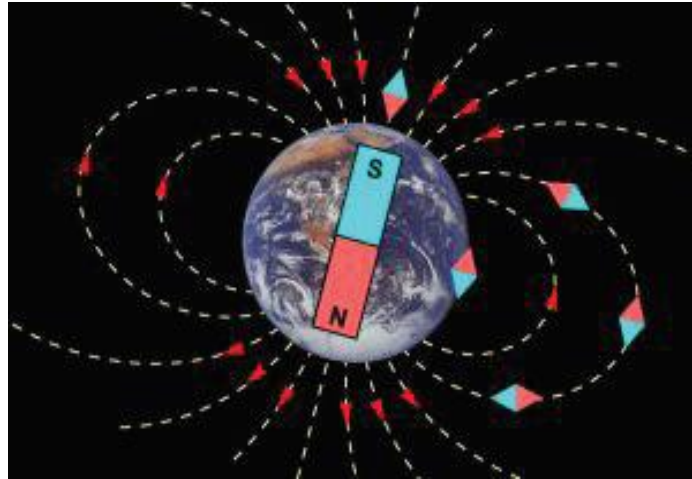
Elektrik Makinaları elektrik enerjisini mekanik enerjiye veya mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır.



Transformatörler, alternatif akımda gerilim veya akım seviyesini yükseltmek veya düşürmek için kullanılırlar. Transformatörler, manyetik devre yapısı bakımından motor ve generatörlere benzediklerinden elektrik makineleri ile birlikte değerlendirilmektedirler.

MANYETİK ALAN

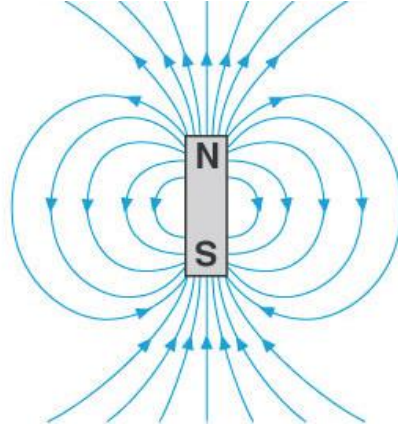
Mıknatısın etkisinin görüldüğü alana manyetik alan denir. Manyetik alan, kuvvet çizgileri şeklinde de ifade edilir. Dünyamız da kendisini çevreleyen bir manyetik alana sahiptir ve pusulanın çalışması bu alan sayesinde gerçekleşir. Bir mıknatıs, ortasından bir ip ile bağlanarak serbest bırakıldığında bir ucu Kuzeyi (North), diğer ucu Güneyi (South) gösterir. Yön bulmaya yarayan bu tür mıknatıslara pusula denir. Pusula iğnesi de bir mıknatıstır. Pusulanın sürekli aynı doğrultuyu gösterecek şekilde sapsması, yerin mıknatıslık özelliğinden kaynaklanır. Pusula manyetik bir alet olduğundan hatalı ölçüm yapmamak için kullanırken metal cisimlerden veya manyetik alan oluşturan aletlerden uzak tutmaya dikkat etmeliyiz.



Şekil 1. Dünyanın manyetik alanı

Manyetik alan yönünü gösteren kuvvet çizgileri **akı** olarak da tanımlanır ve F sembolü ile gösterilir, birimi weber dir. Manyetik kuvvet çizgilerinin özellikleri şunlardır;

- Kuvvet çizgileri kapalı bir devre oluşturacak şekilde ilerlerler.
- Kuvvet çizgileri birbirlerine paralel ilerler ve bu nedenle kesişmezler.
- Kuvvet çizgilerinin yönü N kutbundan S kutbuna doğrudur.
- Manyetik kuvvet çizgileri her maddeyi etkilemese de her maddeden geçerler.
- Aynı kutuplar birbirini iter, zıt kutuplar birbirini çeker.



Şekil 2. Mıknatıs kutupları ve kuvvet çizgileri

MANYETİK MALZEMELER

Manyetik alandan etkilenen ya da manyetik alanı etkileyen maddelere manyetik maddeler denir. Manyetik alandan etkilenmeyen maddelere manyetik olmayan maddeler denir. Manyetik olmayan maddeler, kağıt, lastik, plastik, cam, mika, seramik, tahta vb. şeklinde sıralanabilir. Manyetik maddeler özelliklerine göre üç başlık altında incelenebilir.

1. Ferromanyetik Madde

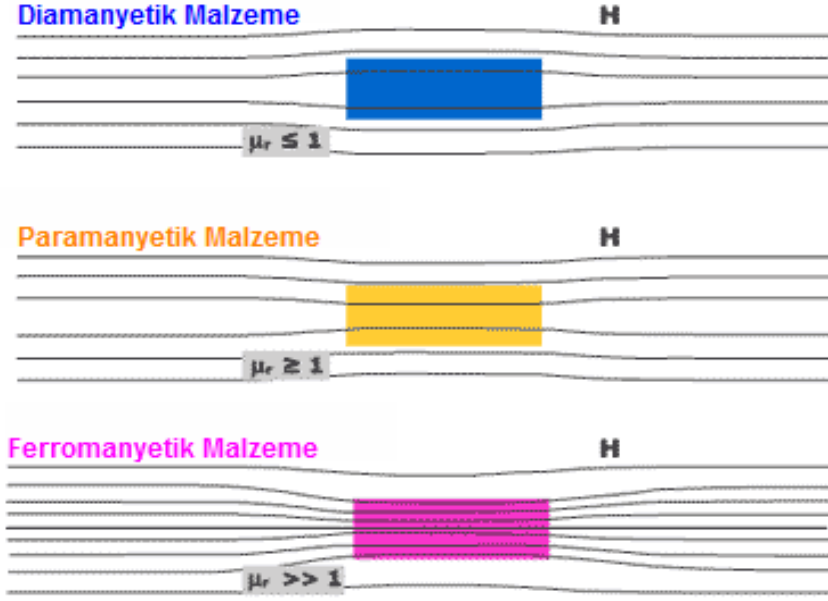
Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den çok büyük olan maddelerdir. Böyle maddeler manyetik alana konursa mıknatıslanırlar ve buldukları bölgedeki manyetik alan şiddetini arttırlar. Kobalt, nikel, demir gibi maddeler ferromanyetik maddedir.

2. Paramanyetik Madde

Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den biraz büyük olan maddelerdir. Bunlar manyetik alana konursa çok az mıknatıslanırlar ve buldukları bölgede alan şiddetini biraz arttırlar. Alüminyum, manganez gibi maddeler paramanyetik maddedir.

3. Diamanyetik Madde

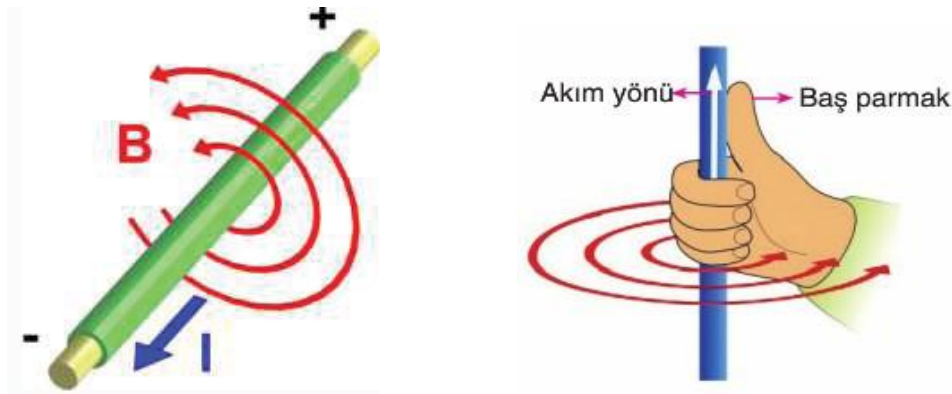
Bağıl manyetik geçirgenlikleri 1'den küçük olan maddelerdir. Bunlar manyetik alana konulduklarında zayıf olarak mıknatıslanırlar ve buldukları bölgedeki manyetik alan şiddetini azaltırlar. Bakır, gümüş, bizmut ve karbon gibi maddeler diamanyetik maddelerdir.



Şekil 3. Farklı karakterli malzemelerin manyetik alana cevapları

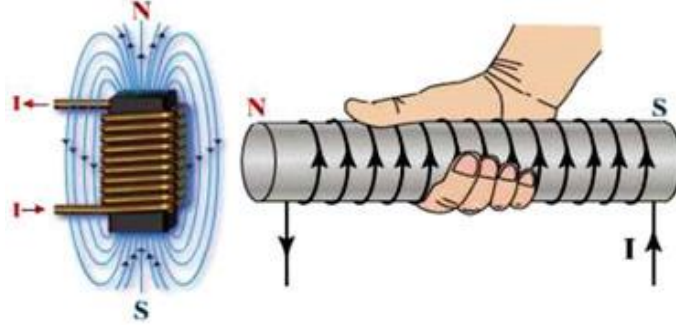
ELEKTROMANYETİK ALAN VE ELEKTROMİKNATİS

Bir iletkenen akım geçirilince iletken etrafında bir manyetik alan oluşur. Tıpkı mıknatısta olduğu gibi bu alanın da itme ve çekme özelliği vardır. İletken etrafında oluşan alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Kurala göre iletken avuç içine alacak şekilde tutulduğunda baş parmak akımın yönünü, kalan dört parmak ise iletkende oluşan manyetik alanın yönünü gösterir.



Şekil 4. İletken etrafında oluşan manyetik alan ve sağ el kuralı

Elektromıknatıs, bir manyetik nüve ve nüvenin üzerine sarılan bir bobinden oluşur. Bir iletkenen akım geçirildiğinde etrafında bir manyetik alanın oluştuğunu biliyoruz. Bir bobinden akım geçirildiğinde ise etrafında daha güçlü bir manyetik alan oluşur ve bu alan nüve üzerinden dolaşarak nüvenin mıknatıs özelliği göstermesini sağlar. Bir elektromıknatısta alanın yönü yine sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı akımın yönünü gösterecek şekilde tutulduğunda baş parmak alanın yönünü (N kutbunu) gösterir.

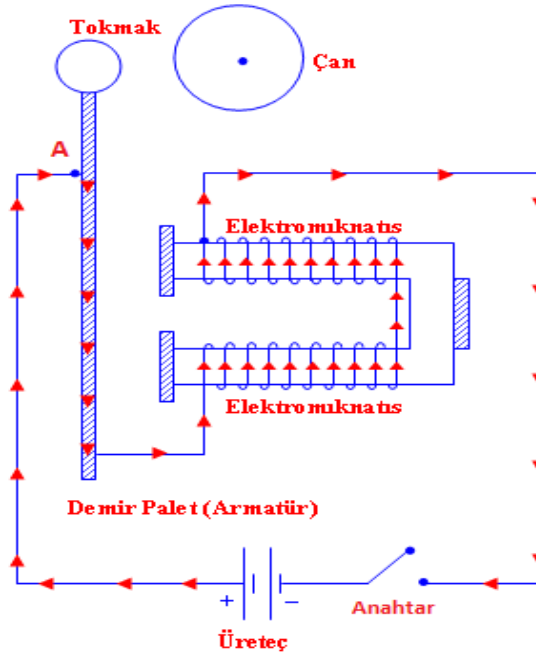


Şekil 5. Elektromıknatıs ve manyetik alanı - sağ el kuralı

ELEKTROMİKNATISIN KULLANIM ALANLARI

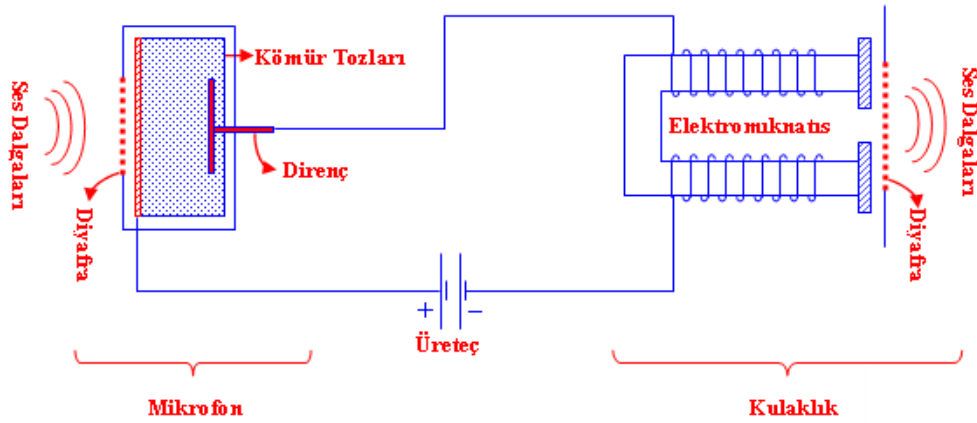
Evlerdeki tokmaklı kapı zilinde, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi cihazların motorlarında, araba marş motorlarında, endüstrinin hemen her kolunda kullanılan değişik tipteki motorlarda, telefon, radyo, televizyon, müzik çalar gibi cihazları hoparlörlerinde, mikrofonlarda, röle, şalter ve sigortalarda elektromıknatıslar yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kapı zilinde anahtar kapatılınca, akım üretcin (+) kutbundan çıkar ve ok yönünde üretcin (-) kutbuna giderken elektromıknatısa gelir. Elektromıknatıs elektrik akımının etkisiyle mıknatıslık özelliği gösterir ve karşısındaki demir paleti çekerek paletin ucundaki tokmağın çana vurmasını sağlar. Tokmak çana vururken demir palet hareket edeceğinden paletin A noktasında akım kesilir ve elektromıknatıs mıknatıslık özelliğini kaybedip demir paleti bırakır. Demir palet A noktasına dokununca tekrar akım geçer ve elektromıknatıs mıknatıslık özelliği gösterip demir paleti çeker ve paletin ucundaki tokmak çana vurur. Demir paletin ucundaki tokmağın çana her vuruşunda A noktasındaki akım kesilir.



Şekil 6. Kapı zili çalışma prensibi

Telefon, mikrofon (verici), kulaklık (alıcı) ve üreteçten oluşur. Telefonun ahizesindeki mikrofonu konuşulunca ses dalgalarının şiddetine göre mikrofondaki diyafram (ince zar) titreşir. Diyafram titreşince mikrofon içindeki kömür tozlarını titreştirir. Kömür tozları titreşince yani ses dalgalarının şiddetine göre sıkışıp gevşeyince, kömür tozlarının içinde bulunan iletken telin direncini (uzunluğunun artırılıp azaltılması sayesinde) değiştirir. İletken telin direnci değişince devreden geçen elektrik akımının şiddeti değişir. Elektrik akımı telefon hatları sayesinde karşı taraftaki telefonun kulaklığına gelir ve elektromıknatısa mıknatıslık özelliği kazandırır. Kulaklıktaki elektromıknatıs, elektrik akımının şiddetine göre önündeki diyaframı titreştirir. Diyafram titreşince oluşan ses dalgaları havanın titreştirilmesi sayesinde kulağa gelir ve ses titreşimleri uyulmuş olur.



Şekil 7. Telefon çalışma prensibi

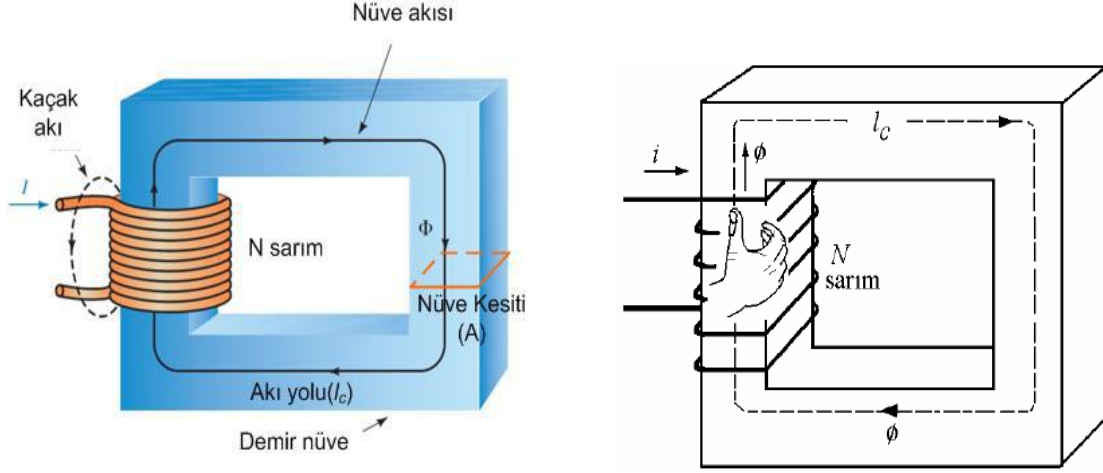
ELEKTRİK MAKİNELERİNDE MANYETİK ALANLAR

Manyetik alanların elektrik makinelerinde kullanılması dört ana prensip ile açıklanır:

1. Akım taşıyan bir tel etrafında bir manyetik alan üretilir.
2. Zamanla değişen bir manyetik alan eğer bir sargıyı keserse, sargıda bir gerilim endüklenir. Bu olay transformatör prensibini açıklar.
3. Akım taşıyan bir iletken manyetik alan içinde bulunursa, iletkende bir kuvvet üretilir. Bu olay motor prensibini açıklar.
4. Manyetik alan içindeki bir iletken hareket ederse, üzerinde bir gerilim endüklenir. Bu olay generatör prensibini açıklar.

İletken bir manyetik nüve (çekirdek) üzerine sarılır ise, manyetik akı nüve üzerinden devresini tamamlar. Nüve etrafına sarılı sargıdan geçen akım tarafından manyetik alanın üretilmesini açıklayan temel kanun Ampere Kanunu'dur.

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{net}$$



Şekil 8. Manyetik Devre

H manyetik alan şiddeti olup I akımı tarafından üretilir. L manyetik akı yolunun uzunluğudur ve birimi metredir. Çekirdek (nüve); demir veya ferromanyetik malzemeler olarak bilinen belirli diğer metallerin alaşımından yapılmış ise, akım tarafından üretilen bütün manyetik alanın nüve içerisinde kaldığı varsayılacaktır. Böylelikle, Ampere Kanunu'ndaki integralin yolu, nüvenin ortalama yol uzunluğu L_{core} (l_c) olacaktır. Akım taşıyan sargı telleri bu yolu N defa keserler. Böylece integral alanı içinden geçen akım, manyetik alan şiddeti ile manyetik alan yolu uzunluğunun çarpımına eşit olur.

$$H l_c = N i$$

Elektrik makinalarında kullanılan önemli bir manyetik büyüklük de manyetik akı yoğunluğudur. Manyetik akı yoğunluğu manyetik alana dik bir birim alandan geçen akı miktarıdır. Manyetik akı yoğunluğu B harfi ile gösterilir ve birimi Wb/m^2 veya Tesladır (T).

$$B = \frac{\Phi}{A} \quad (\text{tesla, T})$$

Manyetik alan şiddeti H ve manyetik akı yoğunluğu B arasındaki ilişki ise:

$$B = \mu H$$

şeklindedir. Burada; μ malzemenin manyetik geçirgenliğidir.

MANYETİK GEÇİRGENLİK

Manyetik geçirgenlik (μ), malzeme içerisinde manyetik alanın geçişini tanımlayan bir parametredir. Her malzeme bir manyetik geçirgenliğe sahiptir. Manyetik geçirgenliği yüksek olan malzemelerde daha kolay manyetik alan oluşur. Boşluğun manyetik geçirgenliği μ_0 ile temsil edilir ve değeri sabittir, $\mu_0 = 4.\pi.10^{-7}$ H/m. Herhangi bir malzemenin geçirgenliği ile

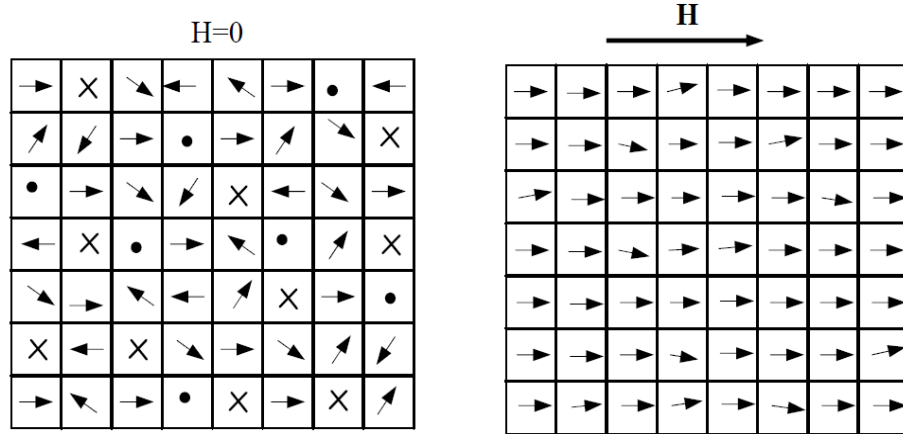
havanın geçirgenliğinin oranlanması bağıl geçirgenliği μ_r verir. Bağıl geçirgenliğin yüksek olması malzemenin manyetik özelliğinin yüksek olduğu anlamına gelir. Örneğin elektrik makinalarında kullanılan çeliğin bağıl manyetik geçirgenliği 2000-6000 arasındadır. Bu nedenle elektrik makinalarında manyetik akı, hava yerine 2000-6000 kat daha geçirgen olan çelik üzerinden geçmektedir. Sonuç olarak bir nüvedeki akı yoğunluğunun genliği:

$$B = \mu H = \frac{\mu N i}{l_c}$$

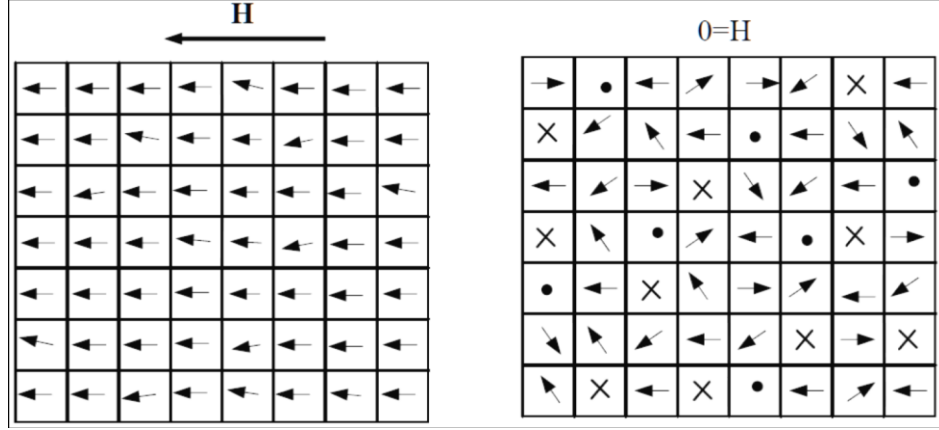
Toplam manyetik akının değeri ise:

$$\phi = B A = \frac{\mu N i A}{l_c}$$

MIKNATISLANMA



Demir gibi malzemenin mıknatıslık özelliği göstermemesinin nedeni başlangıçta atomların gelişigüzel dağılmış olmasıdır. Bu durumda toplam akı değeri sıfır olmaktadır. Demir malzeme harici bir manyetik alan etkisinde kaldığında domainlerdeki atomlar harici manyetik alanı destekleyecek yönde akı oluştururlar. Harici manyetik alanın değeri artırılırsa, bütün domainler aynı yönü gösterirler. Domainlerin tamamı manyetik alanı destekleyecek yöne döndüklerinde manyetik alan şiddeti ne kadar artırılırsa artırılırsın akı değerinde bir değişme olmayacaktır. Bu durumda nüve doymuştur. Demir malzeme üzerindeki harici manyetik alan kaldırıldığında domainler tamamen başlangıç konumuna dönemezler. Bir bölümü manyetik alan etkisinde kaldığı konumunu devam ettirir. Bu da nüvede artık mıknatıslığı oluşturur. Benzer durum ters yön için de geçerlidir. Eğer harici manyetik alanın yönü değişirse, domainlerin yönü de değişecektir.



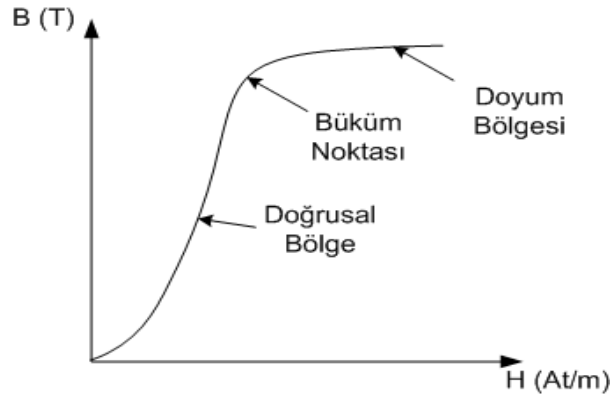
Ferromanyetik malzemeler ancak dış etkiler ile mıknatıslık özelliklerini tamamen kaybederler. Bu dış etkenler:

1. Ters yönde bir manyetomotor kuvveti uygulanması
2. Büyük bir mekanik darbe uygulanması
3. Aşırı ısınma

MIKNATISLANMA (DOYUM) EĞRİSİ

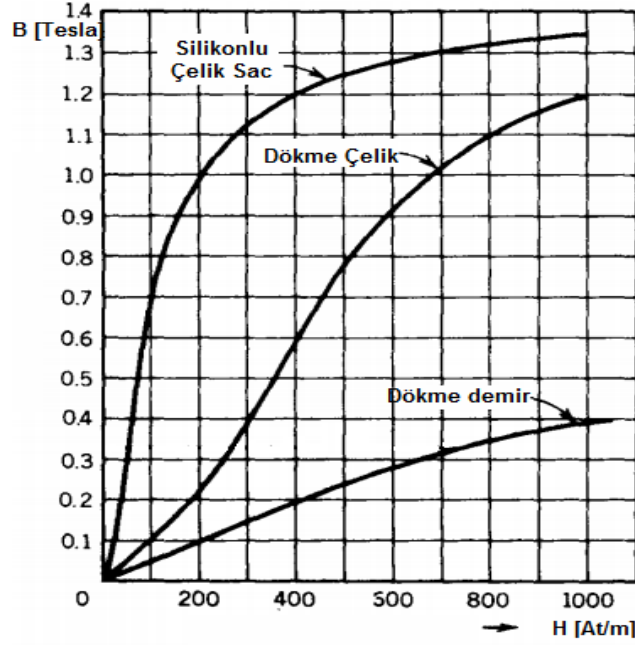
Manyetik alan şiddetine göre manyetik akı yoğunluğunun değişimini gösteren grafik B-H grafiği olarak adlandırılır. B-H grafiği 3 bölge olarak incelenebilir.

1. Doğrusal bölge: H ile B doğrusal değişir. Bu bölge mıknatıslanmanın sağlandığı bölgedir.
2. Büküm bölgesi: H ile B daha az bir oranla değişim göstermektedir.
3. Doyum bölgesi: Ferromanyetik malzeme manyetik doyuma ulaşmıştır. Bu noktadan sonra H değeri ne kadar artırılırsa artırılınsın B değerinde bir değişim olmaz.



Şekil 9. Mıknatıslama (doyum) eğrisi

Aşağıdaki şekilde üç farklı manyetik çekirdeğin (döküm demir, döküm çelik ve silikonlu çelik sac) B-H karakteristikleri görülmektedir. Şekilden görüleceği üzere, belli bir B akı yoğunluğunu oluşturmak için, farklı malzemeler için gerekli H alanı değerleri de farklıdır. Büyük B değeri veren malzemelerin kullanılması halinde makine boyutlarının küçüleceğini görmeye çalışınız.



Şekil 10. Bazı metallerin mıknatıslanma eğrileri

Çalışma Soruları

1. Elektrik makinaları, motor, generatör ve transformatörün tanımını yapınız.
2. Manyetik alan ve kuvvet çizgileri hakkında detaylı bilgi veriniz.
3. Manyetik malzeme nedir? Çeşitleri nelerdir? Açıklayınız.
4. Elektromanyetik alan ve elektromıknatıs nedir? Açıklayarak yazınız.
5. Elektromıknatısın kullanım alanları nelerdir? Bunlardan kapı zilini ve telefonun çalışma prensibini devre şemasını çizerek açıklayınız.
6. Manyetik alanların elektrik makinelerinde kullanılmasını izah eden ana prensipler nelerdir?
7. Mıknatıslanmayı açıklayınız. Ferromanyetik malzemelerde mıknatıslık özelliklerini nasıl kaybedebilir? Yazınız.
8. Mıknatıslanma (doyum) eğrisini çizerek detaylı olarak anlatınız.
9. Aşağıdaki bobinlerin kuzey (N) ve güney (S) kutuplarını belirleyiniz. Hangi ikili birbirini iter hangi ikili birbirini çeker?

