

# BOBİNLER

Öğr. Gör. Ömer BOYACI

# BOBİN(İNDÜKTÖR-ENDÜKTANS) TANIMI VE İŞLEVİ

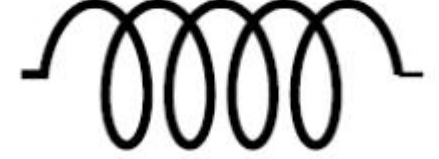
- Bobinler iletken bir telin 'nüve' denilen bir malzeme üzerine sarılmasıyla elde edilirler.
- Tel ardışık şekilde ve belli bir çapta sarılır.
- Teller birbiri üzerine sarılırken kısa devre oluşmaması için yalıtılırlar (yalıtım için vernik tercih edilir).
- Nüve malzemesi yerine hava da olabilir.



Bobin çeşitleri

# TANIMI VE İŞLEVİ

- Bobinler DC akım altında yalnızca sarım telinin uzunluğundan ileri gelen omik direnç gösterirler. Sargı telleri etrafında sabit manyetik alan oluşur.
- AC akım altındaysa akıma karşı gösterdikleri direnç artar. Çünkü manyetik alan şiddeti değiştikçe bobinde akıma karşı koyan ek direnç etkisi oluşur. AC akımın salınımı (frekans) yükseldikçe akıma karşı gösterdiği direnç de artar.
- Bobinler de kondansatörler gibi elektrik enerjisini çok kısa süreliğine tutabilme özelliğine sahiptir.
- Bobinlerin elektriksel değeri endüktans olarak adlandırılır ve birimi 'Henry' dir, 'L' harfiyle gösterilir.
- Bobin endüktansını etkileyen bazı etkenler vardır. Telin sargı çapı, sargı sayısı, kalınlığı ve telin üzerine sarıldığı nüvenin fiziksel özelliği bobin endüktansını etkiler. Bobin iletkeninin üzerine sarıldığı malzemeye karkas ya da mandren, iletkenin her bir sargısınada bir spir denir.



Sembolü

# BOBİN ENDÜKTANSININ HESABI

## Bobin (İndüktans)

Bir bobinin endüktansı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{\ell}$$

Bu formülde;

$L$  : Bobin endüktansını, Henry (H),

$\mu$  : Manyetik geçirgenliği Henry/metre (H/m),

$N$  : Sarım sayısını,

$A$  : Bobin kesit alanı, metrekare (m<sup>2</sup>),

$\ell$  : Tel uzunluğunu, metre (m)

ifade eder.

**Örnek 1:** Nüvesinin bağlı geçirgenliği  $\mu_r = 200$  olan bir bobinin sarım sayısı  $N = 10$ , bobin kesit yarıçapı  $r = 1 \text{ cm}$ , tel uzunluğu  $\ell = 10 \text{ cm}$  havanın manyetik geçirgenliği  $\mu_o = 1,256.10^{-6} \text{ H / m}$  ise

$$A = \pi.r^2 = 3,14.0.01^2 = 314.10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\mu = \mu_r.\mu_o = 200.1,256.10^{-6} = 251.10^{-6} \text{ H / m}$$

$$L = \frac{\mu.N^2.A}{\ell} = \frac{251.10^{-6}.100.314.10^{-6}}{0.1} = 78,81 \mu\text{H}$$

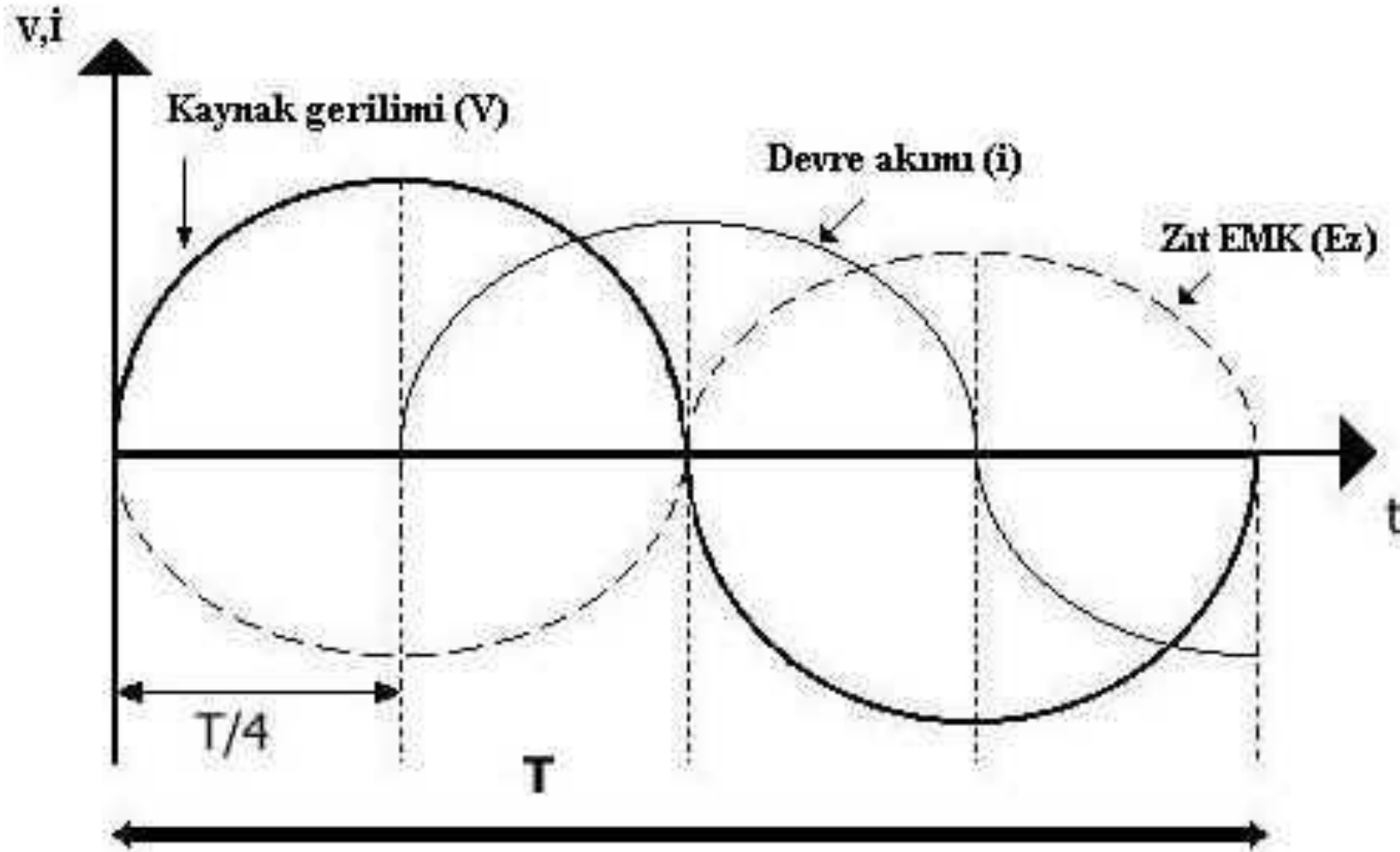
olarak bulunur.

# ZİT ELEKTRO MOTOR KUVVETİ (EMK)

Bobin içerisindeki kuvvet çizgilerinin değişimi, bobinde **zıt elektromotor kuvvet** (zıt EMK  $E_z$ ) adı verilen bir gerilim endükler. Bu gerilimin yönü Şekil 1.30 'da gösterilmiş olduğu gibi kaynak gerilimine ters yöndedir.

Dolayısıyla da zıt EMK, bobinden, kaynak geriliminin oluşturduğu akıma ters yönde bir akım akıtmaya çalışır. Bu nedenledir ki, kaynak geriliminin oluşturduğu "I" devre akımı, ancak  $T/4$  periyot zamanı kadar geç akmaya başlar. Zıt EMK 'nın işlevi, LENZ kanunu ile şöyle tanımlanmıştır. **LENZ kanununa göre zıt EMK, büyümekte olan devre akımını küçültücü, küçülmekte olan devre akımını ise büyültücü yönde etki yapar.**

## ŞEKİL 1.30. ZİT EMK 'NİN ETKİSİ

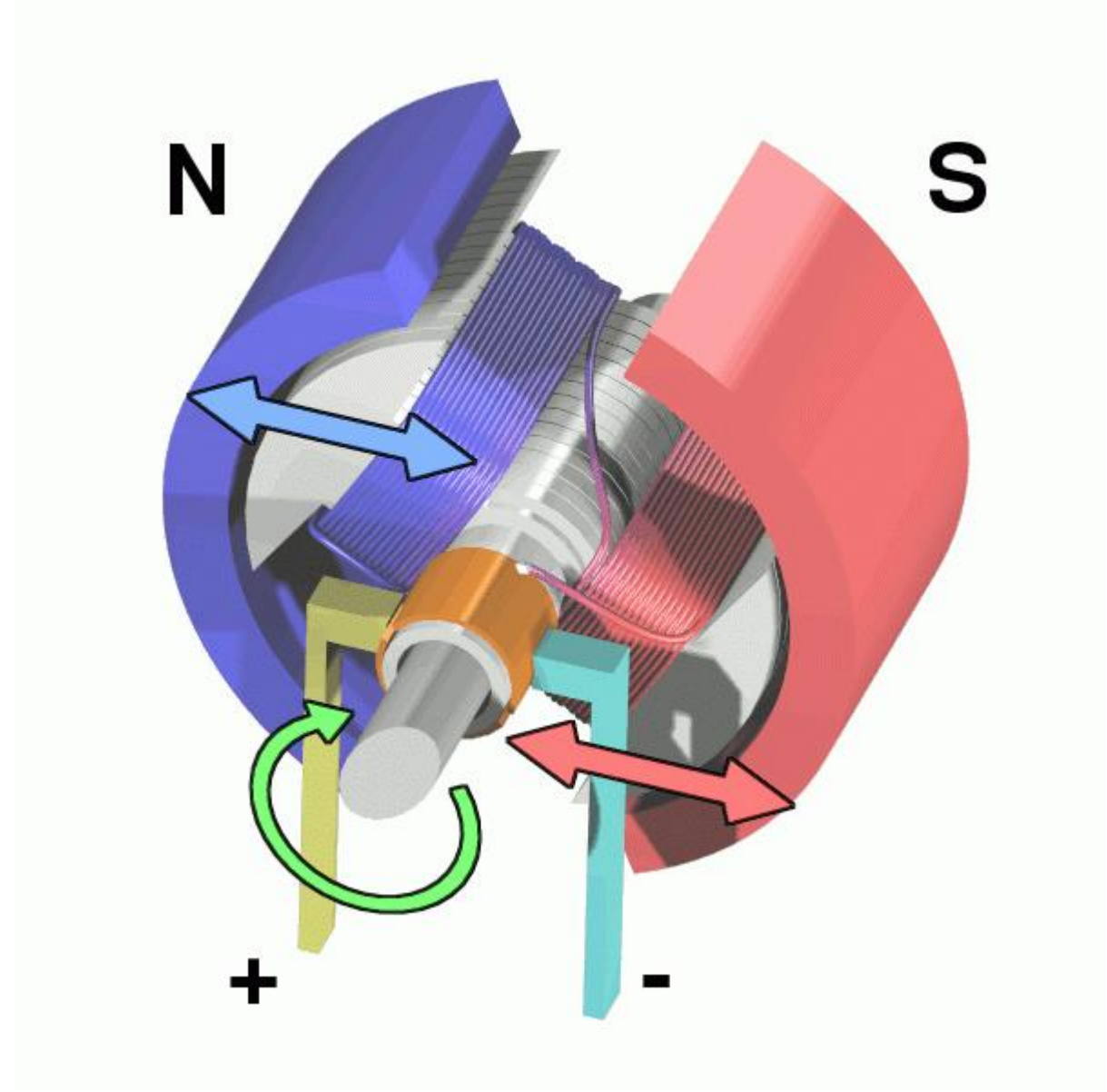
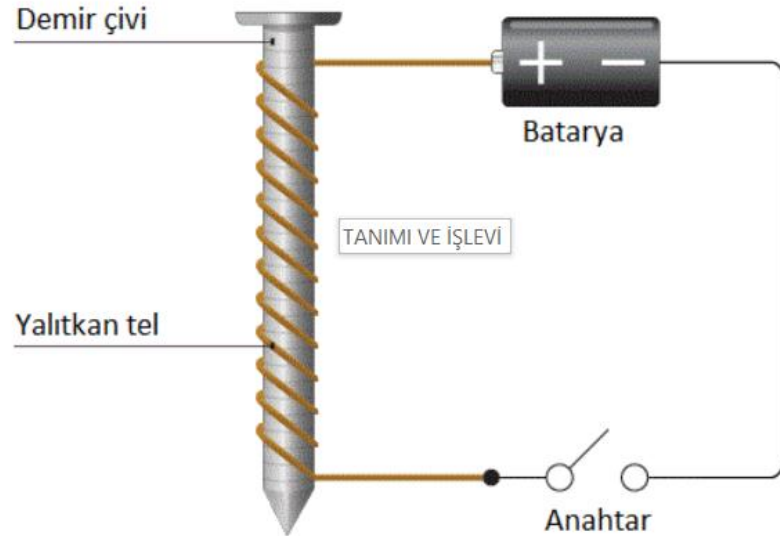




# KULLANIM YERLERİ

Kullandığımız **motorlar, röleler, solenoidler, hoparlörler, trafolar, elektromıknatıslar, indüktif metal sensörleri** aslında birer indüktördür.

Ferromanyetik bir malzemedен oluşmuş bir çubuğun üzerine sarılı bobine DC gerilim uygulayarak **elektromıknatıs** elde edilebilir.

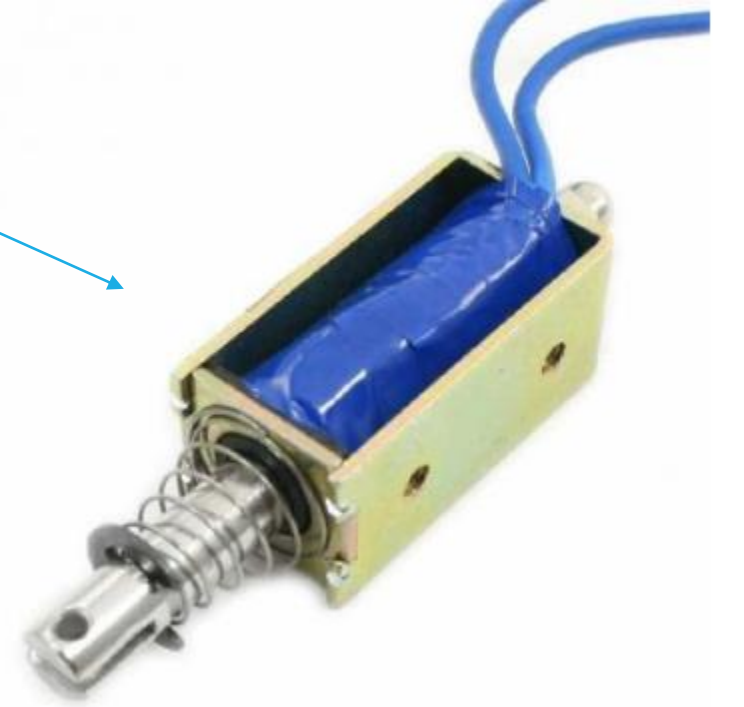
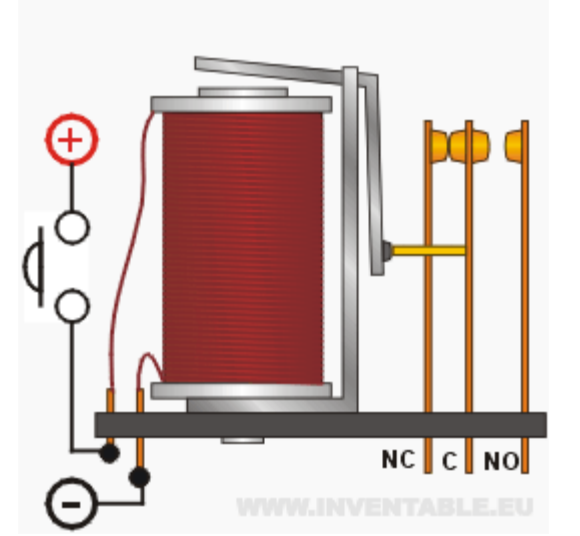




# KULLANIM YERLERİ

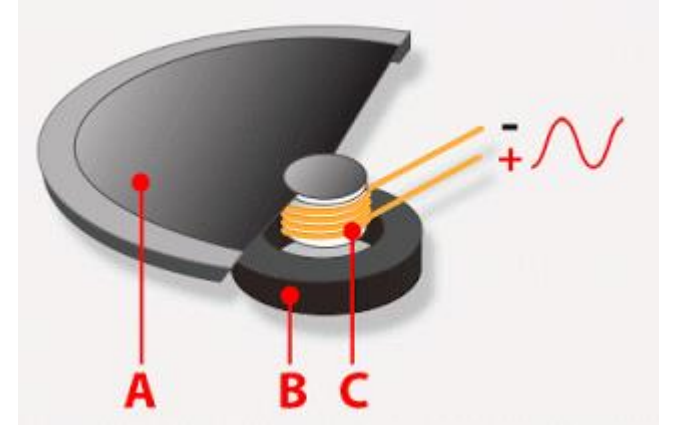
Röle içerisinde metal kontağın iletme geçmesi için bir bobine enerji verilerek mıknatısa dönüşmesi prensibi kullanılır.

Otomatik kapı sistemlerindeki itme-çekme hareketi için kullanılan **solenoidler** de aynı şekilde çalışır.



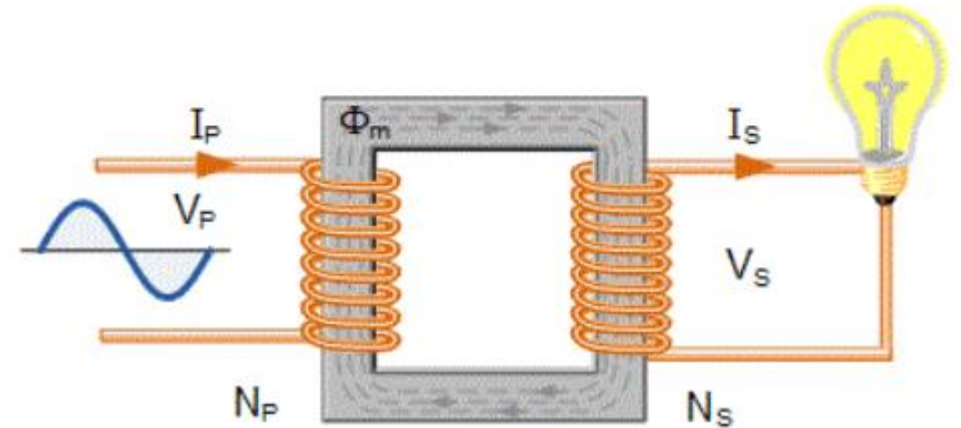
# KULLANIM YERLERİ

**Hoparlör**, sabit mıknatıs içerisinde yer alan bir bobinin elektrik etkisi ile hareket etmesi ile çalışır. Bu bobine bağlı olan kağıt ya da farklı malzemeden üretilmiş diyafram, havayı hareket ettirerek ses dalgaları oluşmasını sağlar.



# KULLANIM YERLERİ

**Trafo**larda iki adet bobin bulunur. Birincil ve ikincil sarım olarak bulunan bobinler genellikle ferromanyetik bir çekirdek üzerinde sarılı olarak bulunur. Sarımlardan herhangi birisine AC gerilim uygulanması durumunda yakın olarak konumlandırılmış diğer sarımda bir indüksiyon akımı oluşur. Sarım sayılarının farklı şekilde ayarlanması ile yükseltici, düşürücü veya izolasyon trafoları oluşturmak mümkündür.

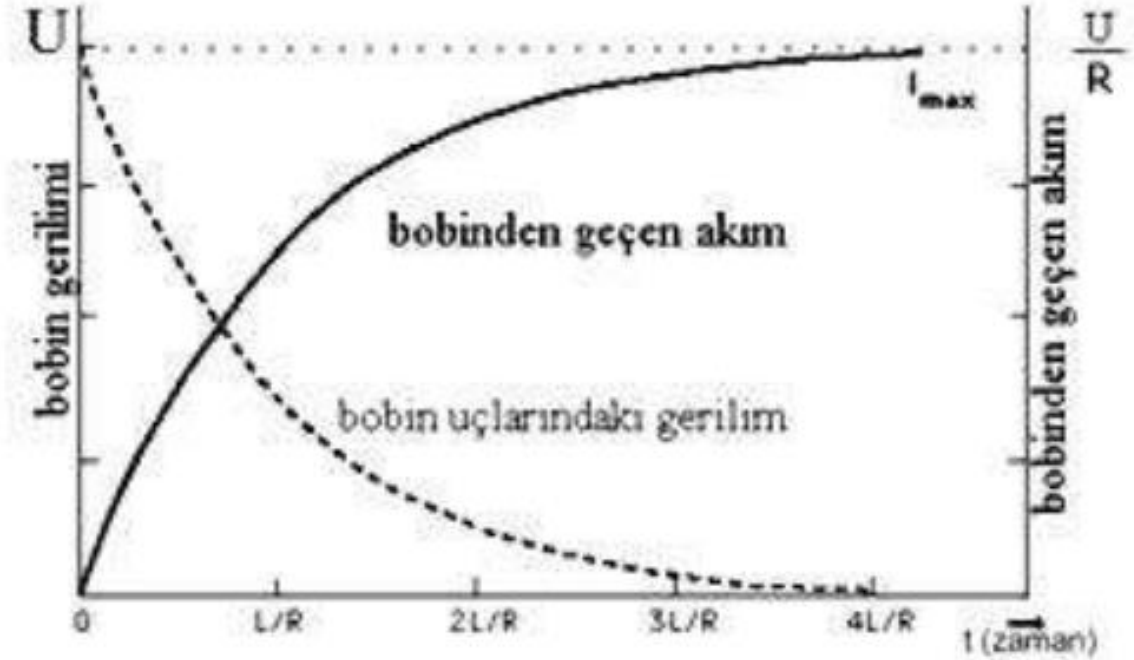
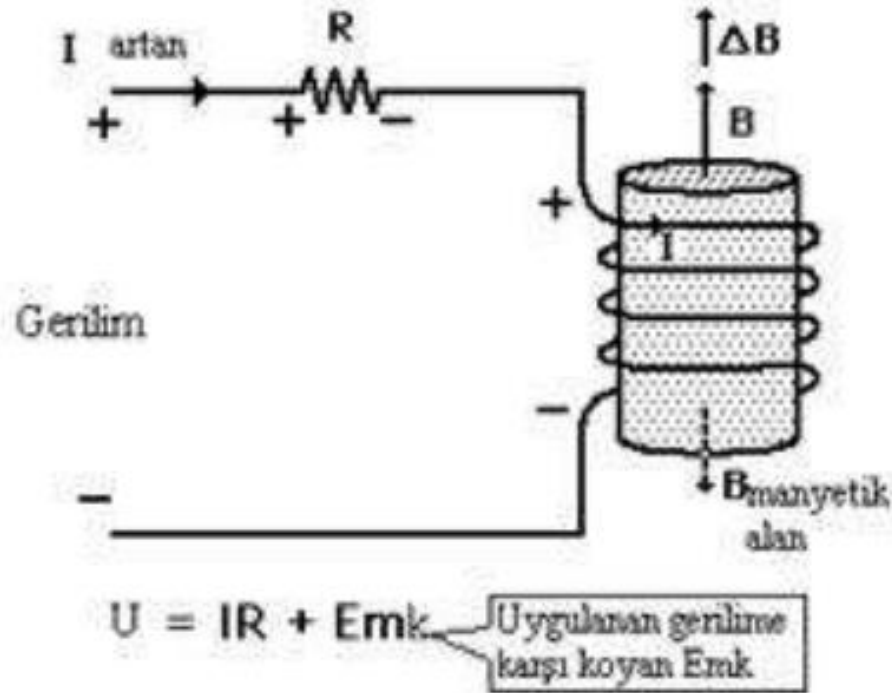


# TESLA BOBİNİ

Tesla bobini, ünlü bilimadamı Nikola Tesla tarafından 1891 yılında yüksek frekanslarda, yüksek gerilimli ve düşük akımlı AC elektrik üretmek için icat edilmiş bir buluştur. Tesla, bu icadı ile yüksek mesafeler arasında kablosuz elektrik aktarımı yapmayı planlamaktaydı. Bugün ise çoğunlukla bilim-kurgu ve korku filmlerinin arka planını süslemekte ve bizler gibi maker'ların görsel ve işitsel şovlar amacıyla kullanılmaktadır



## Bobin (İndüktans / DC Şart Altında)



Bobinin DC kaynağa bağlanması

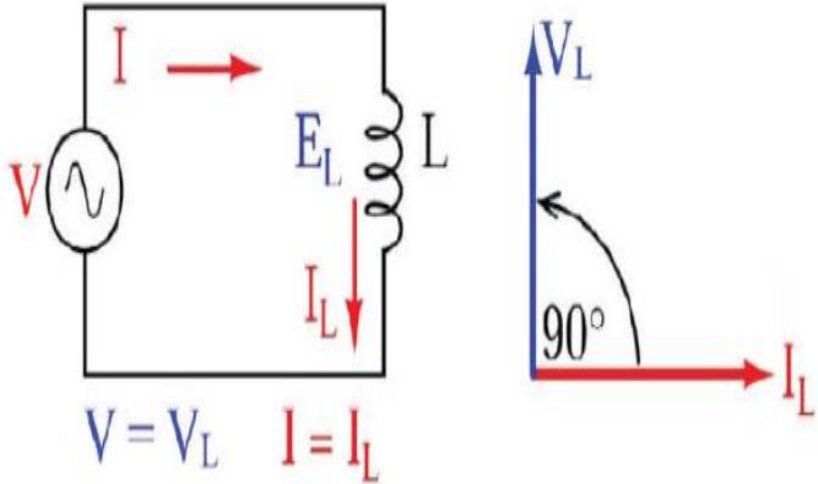
Bobinden geçen akım ve bobinin gerilimi

Bobinin zaman sabitesi denklemi  $\tau = \frac{L}{R}$  dir.

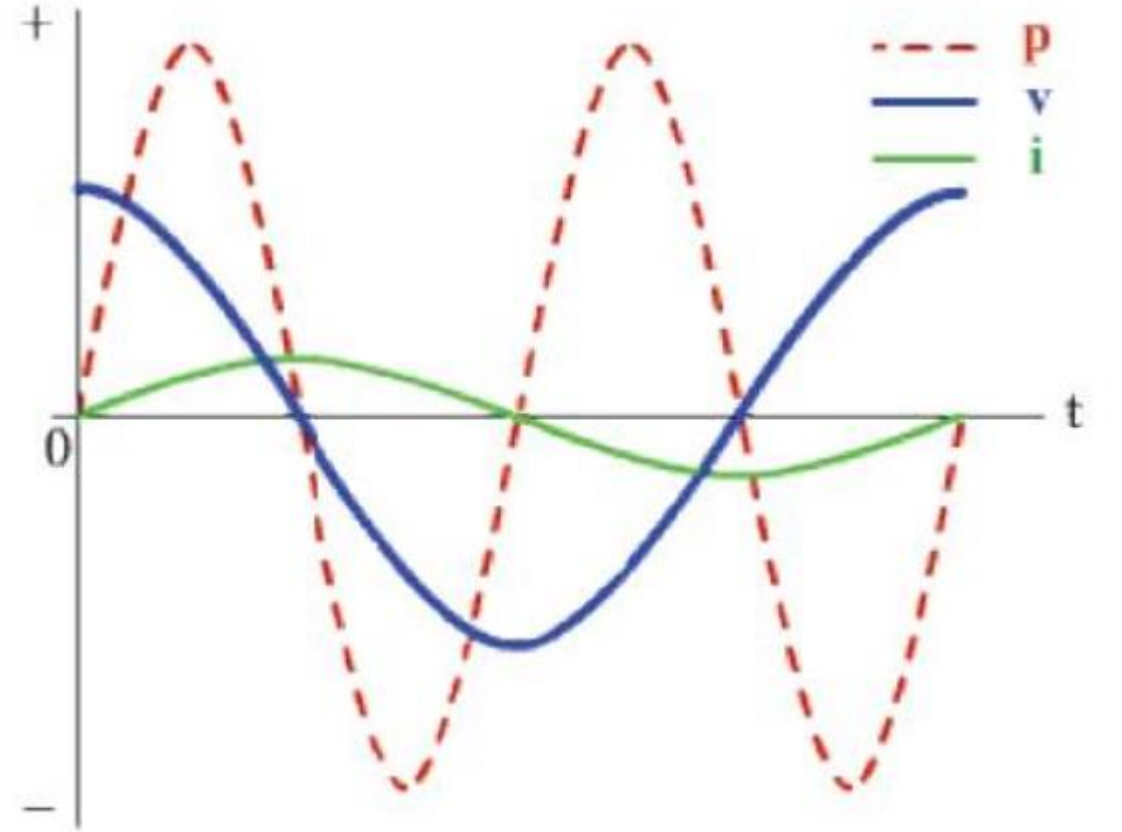


# BOBİN (İNDÜKTANS / AC ŞART ALTINDA)

Bobinin akımı, geriliminden 90 derece ( $\pi/2$ ) geridedir.



Saf endüktif devre



Saf endüktif devrede akım, gerilim ve güç dalga şekilleri

# ENDÜKTİF REAKTANS (XL)

Alternatif akımda bobinin direncine endüktif reaktans denir.

Elektrik motorları, balast, kontaktör gibi cihazlar endüktif reaktans meydana getirir.

XL ile gösterilir.

Birimi ohm'dur.

Formülü  $XL = 2.\pi.f.L$

$\pi$  = Pi sayısı 3,14

f = Frekans (Hz)

L = Bobinin endüktansı



# ÖRNEK: ENDÜKTİF REAKTANS

**Örnek :** Frekansı 50 Hz. olan bir A.A. devresindeki 40mH endüktansı olan bir bobinin endüktif reaktansını hesaplayınız.

$$40\text{mH} = 0,04\text{H}$$

$$X_L = 2.\pi.f.L$$

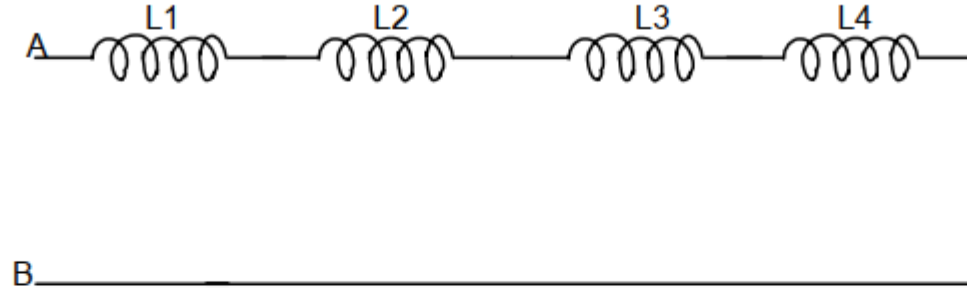
$$X_L = 2. 3,14 . 50 . 0,04$$

$$X_L = 12,56 \text{ ohm}$$

# BOBİNLERİN BAĞLANTI ŞEKİLLERİ

## Bobinlerin Seri Bağlanması

Bobinlerin değerlerini artırabilmek için birbirine seri bağlanır. Bobinler seri bağlandıklarında üzerlerinden geçen akım tüm elemanlarda aynıdır.



**Şekil2.38** Bobinlerin seri bağlantısı

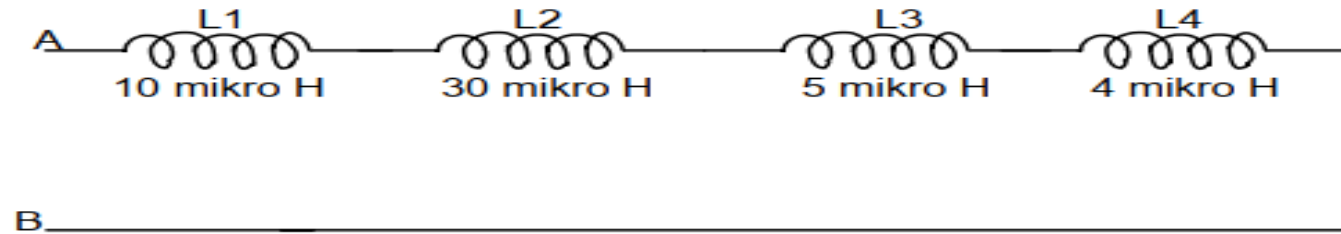
Şekil2.38deki gibi  $n$  tane bobin seri bağlandıklarında bu bobinlerin eşdeğer(toplam) endüktansı, devredeki bobin endüktanslarının toplamına eşittir.

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

# ÖRNEK: SERİ BAĞLANTI

## Örnek2.21

Şekil2.39 üzerinde verilen bobin değerlerine göre bobinlerin toplam endüktansını ve 50 Hz deki endüktif reaktansını bulunuz.



Şekil2.39

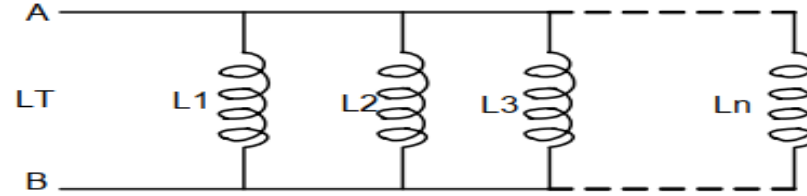
## Çözüm2.21:

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 10\mu H + 30\mu H + 5\mu H + 4\mu H = 49\mu H = 49.10^{-6} H$$

$$X_L = \omega.L_T = 2\pi f L_T = 2\pi.50.(49.10^{-6}) = 0.0153\Omega$$

# BOBİNLERİN PARALEL BAĞLANMASI

Paralel bağlı bobinlerde akımlar kollara ayrılarak devrelerini tamamlarlar. Uçlarındaki gerilim, tüm paralel bağlı bobinlerde aynı değeri gösterir. Şekil2.40da görüldüğü gibi n tane bobin paralel bağlanmıştır.



**Şekil2.40** Bobinlerin Paralel Bağlanması

n tane bobin paralel bağlandığında bunların tek bir bobin haline aldırılmasına toplam endüktans denir. Toplam endüktans formülü aşağıdaki gibi olur.

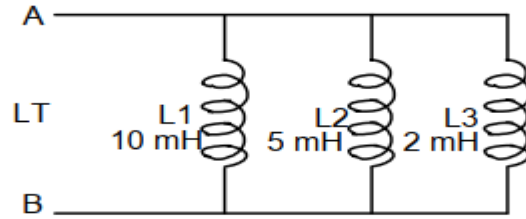
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots + \frac{1}{L_n}$$

$$L_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1}\right) + \left(\frac{1}{L_2}\right) + \left(\frac{1}{L_3}\right) + \dots + \left(\frac{1}{L_n}\right)}$$

# ÖRNEK : PARALEL BAĞLAMA

## Örnek2.22

Aşağıda şekil2.41 üzerinde değerleri verilen bobinler paralel bağlandıklarına göre eşdeğer endüktansı ve 100 Hz deki endüktif reaktansını bulunuz.



Şekil2.41

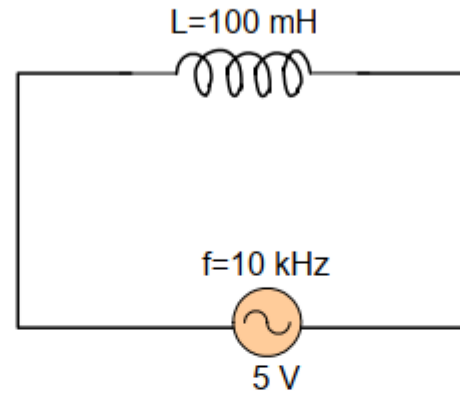
## Çözüm2.22:

$$L_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_1}\right) + \left(\frac{1}{L_2}\right) + \left(\frac{1}{L_3}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{10mH}\right) + \left(\frac{1}{5mH}\right) + \left(\frac{1}{2mH}\right)} = \frac{1}{0,8mH} = 1,25mH$$

$$X_L = 2\pi f . L_T = 2\pi . 100 . (100 . 10^{-3}) = 62.8\Omega$$

### Örnek2.23

Şekil2.42 de görülen devrede bobinin kaynaktan çektiği akımı hesaplayınız.



Şekil2.42

### Çözüm2.23

Birim dönüşümlerini yaparak çözüme başlanması gerekir.

$$10 \text{ kHz} = 10 \cdot 10^3 \text{ Hz} \text{ ve } 100 \text{ mH} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ H}$$

$$X_L = 2\pi f \cdot L = 2\pi(10 \cdot 10^3 \text{ Hz}) \cdot (100 \cdot 10^{-3}) = 6283 \Omega$$

Ohm kanunundan, 
$$I_{ef} = \frac{U}{X_L} = \frac{5V}{6283 \Omega} = 796 \mu A$$

--

### Örnek2.24

Şekil2.43 de görülen devrede bobinler seri bağlanmıştır. Bu elemanların uçlarına 20 V, 50 kHz'lik gerilim uygulandığına göre; toplam endüktansı, devrenin endüktif reaktansını, kaynaktan çekilen akımı ve bobin uçlarındaki gerilim düşümlerini bulunuz.

### Çözüm2.24:

Toplam endüktans;

$$L_T = L_1 + L_2 = (100.10^{-3} H) + (200.10^{-3} H) = 300.10^{-3} H = 300mH$$

Toplam endüktif reaktans;

$$X_{LT} = X_{L1} + X_{L2} = 2\pi f.L_T = 2\pi.(50.10^3 Hz).(300.10^{-3} H) = 94247\Omega = 94.24k\Omega$$

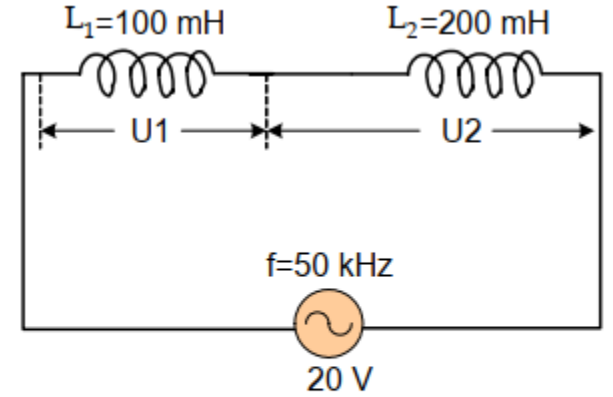
Kaynaktan çekilen akım, Ohm kanunundan faydalanılarak bulunur.

$$I = \frac{U}{X_{LT}} = \frac{20V}{94247\Omega} = 2.1210^{-4} A = 0.212mA$$

Bobin uçlarındaki gerilim düşümleri;

$$U_1 = I.X_{L1} = I.(2\pi fL_1) = (2.12.10^{-4} A).(2\pi.50.10^3 Hz.100.10^{-3} H) = 6,66V$$

$$U_2 = I.X_{L2} = I.(2\pi fL_1) = (2.12.10^{-4} A).(2\pi.50.10^3 Hz.200.10^{-3} H) = 13,33V$$



Şekil2.43



# ENDÜKTİF DEVREDE GÜÇ

## Örnek2.25

Efektif değeri 10V, frekansı 1 kHz olan alternatif akım uçlarına 10 mH bobin bağlanıyor. Bu elemanın harcadığı gücü bulunuz.

## Çözüm2.25:

$$X_L = 2\pi f \cdot L = 2\pi \cdot (1 \cdot 10^3 \text{ Hz}) \cdot (10 \cdot 10^{-3} \text{ H}) = 62,8\Omega$$

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{10V}{62,8\Omega} = 159mA$$

$$Q = I^2 \cdot X_L = (159 \cdot 10^{-3} \text{ A}) \cdot 62,8\Omega = 1,59VAr$$

### Örnek2.26

Şekil2.45 de görülen devrede 50 mH bobinin harcadığı gücü bulunuz.

### Çözüm2.26

gücün bulunabilmesi için bu eleman üzerinden geçen akımın bulunması gerekir. Bu akımda kaynaktan çekilen akıma eşit olduğu için devrenin eşdeğer endüktif reaktansı bulunarak çözüme ulaşılabilir.

$$X_{L1} = 2\pi f L_1 = 2\pi \cdot (2,5 \cdot 10^3 \text{ Hz}) \cdot (50 \cdot 10^{-3} \text{ H}) = 785,4\Omega$$

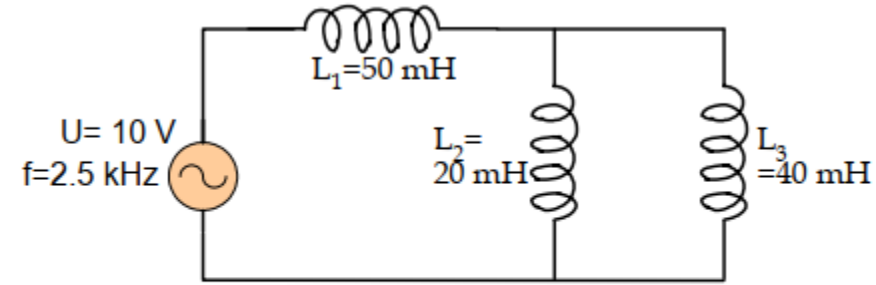
$$X_{L2} = 2\pi f L_2 = 2\pi \cdot (2,5 \cdot 10^3 \text{ Hz}) \cdot (20 \cdot 10^{-3} \text{ H}) = 314\Omega$$

$$X_{L3} = 2\pi f L_3 = 2\pi \cdot (2,5 \cdot 10^3 \text{ Hz}) \cdot (40 \cdot 10^{-3} \text{ H}) = 628\Omega$$

$$X_{LT} = X_{L1} + \frac{X_{L2} \cdot X_{L3}}{X_{L2} + X_{L3}} = 785 + \frac{314 \cdot 628}{314 + 628} = 994\Omega$$

$$I = \frac{U}{X_{LT}} = \frac{10V}{994\Omega} = 0,01A$$

$$Q = I^2 \cdot X_{L1} = (0,01A)^2 \cdot 785,4\Omega = 0,079Var$$

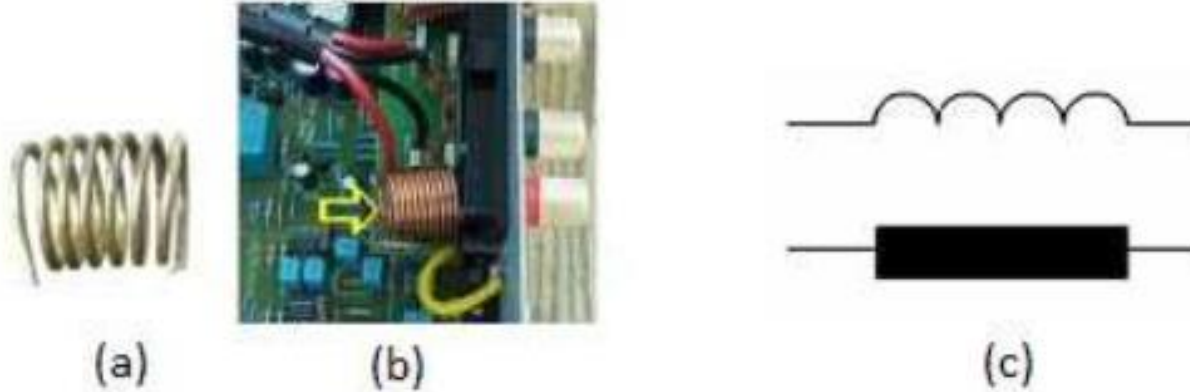


Şekil2.45

# BOBİN ÇEŞİTLERİ-SABİT BOBİNLER

## 10.2.1.1. Hava Nüveli Bobinler

Çoğunlukla yüksek frekanslı devrelerde kullanılır. Kullanım örneği olarak FM radyo alıcı-vericileri, TV ve anten yükseltici devreleri vb. verilebilir.



**Şekil 9.2: (a)** Hava nüveli bobin, **(b)** bir ses amfi katında kullanım örneği, **(c)** sembolleri

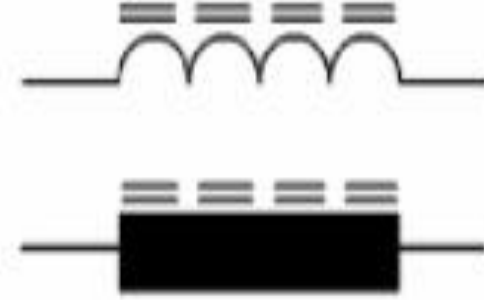
Nüve olarak hava kullanılmıştır. Genellikle sargıları açıktadır ve bu tür bobinlerin endüktansı en ufak dış etkende çok çabuk değişir. Bu nedenle genellikle üzerlerine silikon maddesi sıkılarak koruma altına alınırlar.

### 10.2.1.2. Ferit Nüveli Bobinler

Radyo frekans devrelerinde kullanılan bobin türüdür.



**Şekil 3.4:** Ferit nüveli bobin



**Şekil 3.5:** Ferit nüveli bobin sembolleri

Nüve olarak manyetik geçirgenliği yüksek bir malzeme kullanılmıştır ve bu malzeme alüminyum, demir, nikel, kobalt, bakır ve bazı katkı maddelerinin bir araya getirilmesiyle üretilmiştir. Petek şeklinde sarılarak üretilirler. Az bir iletkenle istenilen endüktansa sahip bobin elde edilebilir.

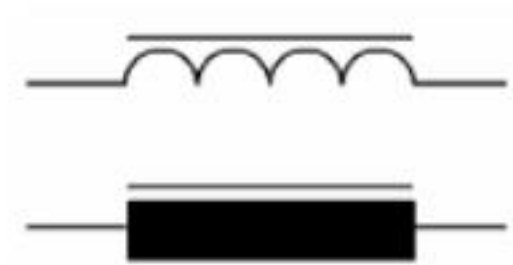


### 10.2.1.3. Demir Nüveli Bobinler

Şok bobini olarak da adlandırılırlar. Nüve olarak çok sayıda ince sac (demirin özel bir şekilde işlenmesiyle çok ince olarak elde edilmiş iletken malzeme) kullanılmıştır. Çoğunlukla filtreleme amacıyla ve ses frekans devrelerinde kullanılır.



**Şekil 3.6:** Demir nüveli bobin sargılarının üzerine sarıldıkları farklı parçalar



**Şekil 3.7:** Demir nüveli bobin sembolleri

#### 10.2.1.4. Toroid Bobinler

Toroid şeklinde sarılmış bobinlerdir. Manyetik akı sızıntısı gerçekleşmez. Bobin verimi yüksektir. Manyetik akının diğer elemanları etkilememesi istenen yerlerde kullanılır.



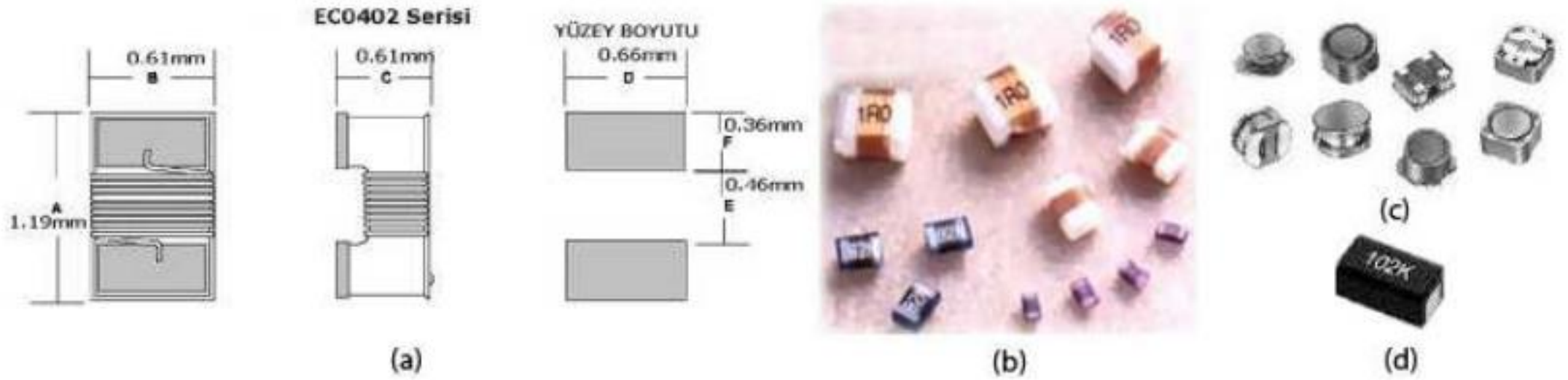
**Resim 3.3:** Çeşitli toroid bobinler ve bir devre üzerinde kullanılmış hali.

Yüzey temaslı devre elemanlarının kullanıldığı dijital elektronik devrelerde, devre elemanlarının çok sık yerleştirildiği anahtarlama güç kaynakları gibi elektronik devrelerde sıkça karşımıza çıkar.



### 10.2.1.5. SMD Bobinler

Çok katmanlı elektronik devre kartlarına yüzey temaslı olarak monte edilmeye uygun yapıda üretilmiş bobinlerdir. Boyutları diğer bobinlere göre çok daha küçüktür. Sayısal sistemlerde sıkça karşımıza çıkarlar. Farklı kılıf modellerinde üretilirler. Kataloglardan kılıf modellerinin boyutlarını ve üretilen bobinlerin endüktans aralıklarını bulabilirsiniz.

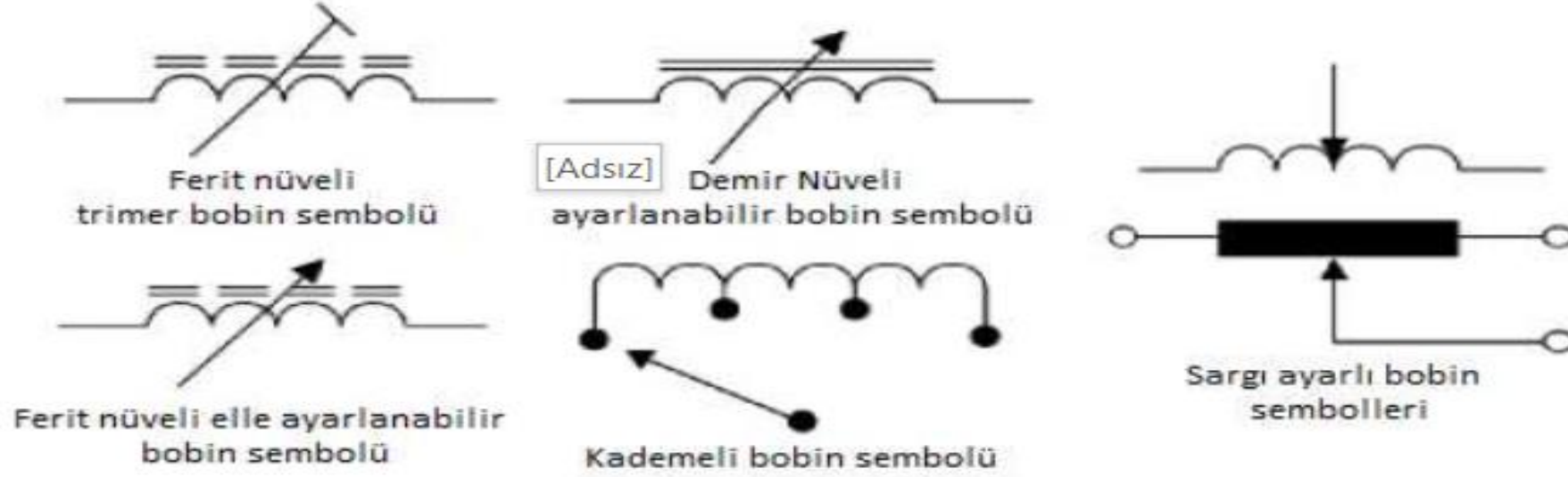


**Şekil 3.8:** (a) EC0 402 paket yapısında üretilmiş bir SMD bobinin 3 boyutunun gösterilmesi. (Telekom teknolojisine özel olarak tasarlanmıştır), (b) ve (c) Farklı paketlerde çeşitli SMD bobinler, (d) EIA 2512 paket yapısında SMD bobin. Endüktans aralığı 220nH-1mH arasındır. İç yapısında ferit çekirdek bulunur.

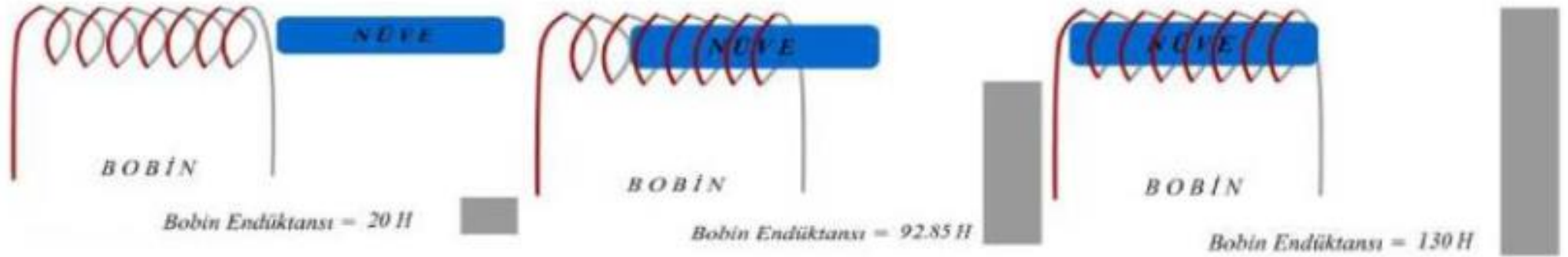


### 10.2.2. Ayarlı Bobinler

Endüktans değerleri değiştirilebilen bobinlerdir. Farklı türlerde karşımıza çıkarlar. Kademeli olarak ayarlanan, nüvesi hareket ettirilerek ayarlanan ya da sargısı ayarlanan türleri vardır.



Şekil 3.11: Ayarlanabilir bobin sembolleri



Şekil 3.12: Nüvesi ayarlanabilir bir bobinde endüktans değişiminin canlandırılması

### 10.3. LCRmetreyle Endüktans Ölçümü

Bobinlerin endüktansları Lcrmetre cihazlarının endüktans (L) kademesinde ölçülür. LCRmetrenin komütatör anahtarı endüktans ölçme konumuna getirilir. Ölçüme küçük endüktans değerli kademededen başlanması daha uygundur. Eğer bobin endüktansı büyükse ve sonuç olarak ekranda değer okunmuyorsa kademe bir basamak yukarı çıkartılabilir. Bu işleme ekranda uygun endüktans değeri okunana kadar devam edilir. Bobinlerde kutup yönü olmadığından problemlerin bobine istenen yönde paralel olarak bağlanması yeterlidir.

**ÖNEMLİ:** Bobinlerin sağlamlık testini avometrelerin direnç kademesinde yapabilirsiniz. Bobinler DC akımda omik direnç göstereceklerinden ölçü cihazının ekranında bobinin tel sargısından ileri gelen bir direnç değeri okunması gerekir.