

# Doğru ve Eeryofefc Akımda Eldüftansların Tanımı ve Hesaplanması

Yazan :  
Dr. İlhaml ÇETİN

## ÖZET .

Kullanıla gelmekte olan harmonik endüktansları fiziksel bir endüktans tanımı teşkil etmemektedir, zira bunlar keyfi olarak akımın ve akımın birleşenlerini yalnız teker teker kapsamaktadırlar. Çalışmada teklif edilen periyodik endüktanslar ise, akı, elektrik çevrim gerilimi ve manyetik enerjiyi tamamen kapsamakta ve böylece esas endüktansların genişletilmesini ilk defa temin etmektedirler.

Alışılmış kollektörlü makinelerin manyetik karakteristیکlerini iyi bir doğrulukla gösteren bir yaklaşık denklem ile, doğru ve alternatif akımda muhtelif endüktanslar hesaplanmıştır. Çalışma bu arada, doyma sahasında periyodik akım için de endüktansların doğru olarak tanımlanmasını ve hesaplanmasını mümkün olduğunu göstermektedir. Son olarak, literatüre dayanarak kollektörlü makinelerin öz ikazı, şebeke frekanslı akımların hasıl ettiği ön miknatıslamada incelenmekte ve böylece teklif edilen periyodik endüktansların fiziksel anlamı gösterilmektedir.

## Genel Bakış :

Mevcut teknik yayınlarda manyetik karakteristiğın doğrusal olmayan kısmında periyodik akım kullanılan endüktans tanımları, ilkin doğru akım için tanımlanan esas endüktansların genişletilmiş şeklini teşkil etmemektedir. Kullanılabilen harmonik endüktansları yalnız belirli bir harmonik için geçerlidir. Ancak burada ortaya atılan periyodik endüktanslarla, esas endüktanslarda mevcut büyüklükleri bütün periyod dahilinde tamamen ve doğru bir şekilde kapsa-

çın, akımın kendisini doğuran akım ile tam bağlantı haline konması esastır. Böylece, endüktans akı halkalanmasından bir anlam alır. Sebep ve etki arasında bir bağlantı olacak böyle bir tanım için, periyodik akımda yalnız esas endüktanslar temel olarak alınabilir. Mafih zamanla değişimleri dolayısıyla bunlar oldukları gibi kullanılamazlar. Akım, dolayısıyla akı ve manyetik enerji için periyodik zaman fonksiyonları farzedilsin. O zaman her esas endüktans da periyodik bir zaman fonksiyonu olur ki; Fourier açılımı genel olarak (1) gibi yazılır. Burada t zamanı,

$$L \sim = L_0 + I_1 \sin(x + \varphi_1) + L_2 \sin(2x + \varphi_2) + L_3 \sin(3x + \varphi_3) + \dots \quad x = \omega t \quad (1)$$

mak mümkün olmaktadır. Bu çalışmada verilen izahları aydınlatmak maksadıyla, çeşitli endüktanslar manyetik karakteristiğın yaklaşık bir denklemi ile hesaplanacaktır. Son olarak, periyodik ters-diferensiyel endüktans yardımı ile seri ikazlı makinelerde şebeke frekanslı akımlarla hasıl olan ön miknatıslanmanın öz ikaz üzerindeki tesiri incelenmektedir.

## Periyodik endüktanslar :

Manyetik karakteristiğın doğrusal olmayan kısmında periyodik akım için evvelce bu dergide yayınlanan çalışmada bahsedilen harmonik endüktansları, aslında bir bütün olarak mevcut akı ve akım büyüklüklerinin yalnız kısımlarını, fiziksel bakımdan keyfi bir şekilde, ilişkin kılmaktadır. Endüktans tanımının fiziksel olabilmesi

esas açılma frekansı gösterir. Fourier açılımının kullanılan şeklinde, katsayılar zaman başlangıcının seçimine tabi değUdirler. Fakat her esas endüktans tanımı için farklı bir değere sahip olup, verilen bir akı değişimi için tayin edilebilirler. Sabit kısmın, esas endüktansın zaman ortalamasını gösterdiğine bilhassa dikkat edilmelidir. Bundan başka, esas harmonik akı ve akımla aynı frekansa sahip olduğu görölmektedir. Endüktansın zamanla değişimi akım vasıtasıyla olduğundan, akım fiziksel bakımdan müstakil değişkendir. Yukardaki şekilde ifade edilen esas endüktanslara, «periyodik endüktanslar» ismi verilecektir. Bu kavramın kullanılması, manyetik karakteristiğın doğrusal olmayan kısmında periyodik akım için de sabit bir endüktansdan halledilebileceğini, bunun değerini elde et-

me usulü ile-göstermektedir. Ters esas endüktanslar da periyodik akımda Fourier açılımı şeklinde gösterilebilir. Periyodik endüktansların kesin faydası, akım devresi sabit parametreleri ile sinüs biçimli büyüklüklerin hesaplanmasında kullanılan usullerin genişletilmiş uygulanmasını mümkün kılmıştır. Manyetik karakteristiğin doğrusal olmayan kısmında esas endüktansların doğru akımla değişmesine, periyodik endüktans katsayılarının doymaya tabi olması tekabül eder. Periyodik endüktanslar yalnızca başka bir yazış tarzı ifade etmezler, bunun ötesinde Fourier açılımının kendine has önemli faydalarından istifade etmeği mümkün kılarlar.

Simetri özelliklerinin nazarı itibara alınması için, faz açısına tabi katsayıları olan Fourier açılımı daha uygundur. Alternatif akımda histerезisi bulunmayan bir manyetik karakteristik için meselâ ordinat eksenini bir simetri eksenine olduğundan, bütün sinüs terimleri yok olur. Eğer akı veya akım eğrisi ayrıca  $x = \pi/2$  de bir simetri eksenine sahipse, o zaman tek mertebeli kosnüs terimleri de sıfır olur. Bu sadeleşmeler her üç periyodik endüktans için de cari olduğundan, açınımları aşağıdaki gibi aynı şekilde olur.

$$L^{\wedge} = L_0 + L_1 \cos 2x + L_2 \cos 4x + \dots \quad (2)$$

Akım, akı ve endüktans bileşenleri arasındaki bağlantıları elde etmek için, usulün genel geçerliğini sınırlandırmadan sadeleştirme maksadıyla, alternatif akımda

$$i = I_m \sin x + I_3 \sin 3x + \dots \quad (3)$$

akım değişimi kabul edilebilir. Madeni kısımlardaki faz değiştirici kısa devre akımlarını ve histerезisi ihmal ederek akı için (4) denklemi bu-

$$\begin{aligned} \Psi = L_F \cdot i &= (L_{F0} + L_{F2} \cos 2x + L_{F4} \cos 4x + \dots) (I_m \sin x + I_3 \sin 3x + \dots) \\ (4) \quad &= \left[ L_{F0} I_1 + \frac{1}{2} L_{F2} (I_1 - I_3) + \frac{1}{2} L_{F4} (I_1 - I_3) + \dots \right] \sin x \\ &+ \left[ L_{F0} I_3 + \frac{1}{2} L_{F2} (I_3 + I_1) + \frac{1}{2} L_{F4} (I_3 - I_1) + \dots \right] \sin 3x + \dots \end{aligned}$$

lunur. Akımın bu genel ifade tarzı, manyetik karakteristiğin doğrusal kısmında bulunan özel durumu ihtiva eder. Hakikaten yalnız  $L_{F0}$  kullanılarak

$$\Psi = L_{F0} I_m \sin mx \quad (a)$$

bulunur. Demek ki periyodik endüktansın aritmetik ortalama değeri, manyetik devrenin doymaya uğramadığında geçerli denklemini vermektedir. Akı harmonikleri genlikleri için matris şeklinde (6) denklemi bulunur. Bu ifade belli bir

$$\|\Psi_m\| = \frac{1}{2} \|I_{n+m} \pm I_{\mp(n-m)}\| \|L_{Fn}\| \quad (6)$$

akı harmoniğinin, bütün akım ve endüktans harmoniklerinden meydana geldiğini göstermektedir. Bundan maada harmonik endüktanslarının esasında ne olduğunun yanında, akım ve endüktans bileşenlerinden meydana gelen yapılan anlaşıl-maktadır. Meselâ esas harmonik endüktansı için

$$L_1 = L_{F0} + \frac{1}{2} L_{F2} \frac{I_3 - I_1}{I_1} + \frac{1}{2} L_{F4} \frac{I_5 - I_3}{I_1} + \dots$$

d)

geçerlidir. Periyodik akı endüktansının ortalama değeri burada olduğu gibi, bütün harmonik endüktanslarında ilk bileşen olarak geçer.

Esas endüktansların kullanılması ile, manyetik karakteristiğin doğrusal kısmında doğru akım için akı, elektrik çevrim gerilimi ve manyetik enerji için geçerli basit ifadeleri, doğrusal olmayan kısmında da muhafaza etmek mümkün olmuştur. Bu ifadelerin geçerliğini periyodik akım durumuna genişletme ise, periyodik endüktansları kullanmakla sağlanmaktadır. Ancak bu endüktanslar zamana tabi büyüklükler olup, zamana göre aritmetik ortalama değerleri başlangıç noktasından geçen bir alternatif akı için

$$L_0 = \frac{1}{T} \int_0^T L dt = \frac{1}{T} \int_0^{\Psi_{max}} L \cdot \frac{1}{\Psi'} d\Psi \quad (8)$$

ile ifade edilir. Akımın zamana göre üçgen biçiminde değişmesi halinde, akı ve zaman birbirine oranlı olur. Bu durumda zamana göre ortalama değer, periyodik endüktansın  $L_{mi}$  akıya göre ortalama değerini verir.

$$L_0 = L_{mi} = \frac{1}{\Psi_{max}} \int_0^{\Psi_{max}} L d\Psi \quad (9)$$

Bu ortalama değer manyetik karakteristik ve akı uç değerleri tarafından tayin edilir. Buna göre, verilen bir akım devresini zaman değişimine tabi olmadan nitelemek için, onu akıya göre ortalama endüktans ile ilişkin kılmak denebilir. Zaman değişiminin etkisi  $f_0$  endüktans faktörü ile

$$L_0 = \frac{1}{\omega} L_{\text{mitt}} \quad (10)$$

şeklinde kapsanabilir. Akımın zamana göre üçgen, biçiminde değişmesi halinde  $f_0 = 10^{10} \text{ r} - \text{PS}''$  gen eğrisinin dahilindeki her değişme için

$$\frac{1}{\omega} > 1 \quad L_B > L_0 > L_{\text{mitt}} > \frac{1}{\omega} (\Psi_{\text{max}}) \quad (U)$$

eşitsizliği, üçgen eğrisinin dışında bir akı - zaman

$$\frac{1}{\omega} < 1 \quad L_B > L_{\text{mitt}} > L_0 > L(\Psi_{\text{max}}) \quad (12)$$

değişimi için eşitliliği bulur. Burada birinci endüktans  $L_B$ , manyetik karakteristiğin doğrusal kısmındaki sabit endüktansdır. Sonucu endüktans ise, azami akıya tekabül etmektedir. Akı - zaman değişimi bir dikdörtken şeklinde ise

$$L_0 = L(\Psi_{\text{max}}) \quad (13)$$

elde edilir. Peryodik endüktans düşüncesi, genellikle doğrusal olmayan karakteristiklerde periyodik değişkenlerin fonksiyonu olarak verilen bütün büyüklüklere uygulanabilir. Bu şekilde manyetik geçirgenlik, direnç, kapasite [I], manyetik direnç ve iletkenlik periyodik büyüklükler olarak incelenebilir.

$$L'_F = \frac{L_F}{L_B} = \frac{w^2 \Phi}{A \&}; \quad \frac{w^2 \Phi_B}{D} = \frac{F}{1 + F^m} \quad L'_B = \frac{L_D}{L_B} = \frac{w^2 \frac{d\Phi}{A \&}}{w^2 \frac{\Phi_B}{\&_B}} = \frac{dF}{dD} = \frac{1}{1 + mF^{m-1}} \quad (16)$$

$$L'_E = \frac{L_E}{L_B} = \frac{2W}{\omega^2} \cdot \frac{w^2 \Phi_B}{\&_B} = \frac{2}{D^2} \int_0^F D \cdot dF = \frac{1 + \frac{J}{m+1} F^m}{(1 + F^m)^2}$$

Endüktansların hesaplanması:

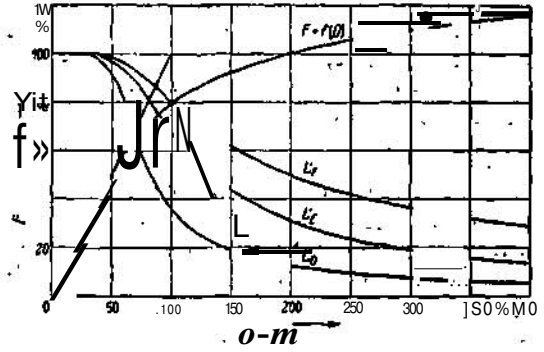
Endüktanslar üzerindeki ızahlan aydınlatmak için çeşitli endüktanslar, manyetik karakteristiğin

$$D = F + F^m \quad \text{mit} \quad D = \frac{\hat{\Delta}}{\&_B}, \quad F = \frac{\hat{U}}{\Phi_B} \quad d^*t$$

üstel fonksiyonu olarak alınan yaklaşık denklemi [4] ile hesaplanacaktır. Burada  $\hat{\Delta}$  ve  $\hat{U}$ , ampersarımı ve manyetik akıyı, D ve F bunların oranlanmış değerlerini göstermektedir. İlgilin oran büyüklükleri  $\&_B$  ve  $\< \&_B$ , verilen manyetik karakteristiğin oran noktası koordinatlarıdır. Oran noktası, başlangıç teğeti ampersarımı ile demir ampersarımının eşit olduğu noktadır. Tecrübe göstermiştir ki seçilen yaklaşık denklem,  $m = 7$  için alındığında (Şekil: 1), kolektörlü makinelerin, bilhassa doğru, alternatif ve karşık akım cermotörlerinin karakteristiklerini ve

bazı demir mıknatıslanma eğrilerini iyi ifade etmektedir. Böylece elde edilen neticeler, geniş bir pratik ehemmiyet arz etmektedir. Aşağıdaki hesaplarda bir üssü ile nitelenen endüktanslar, karakteristiğin doğrusal kısmında elde edilen

$$JL_D = w^2 \frac{\Phi}{\&_B} \quad (18)$$



ŞeMl: 1 — Seçilen yaklaşık, denkleme göre manyetik karakteristiğin ve oranlanmış esas endüktanslarla Tzn. oranlanmış ampersarımın fonksiyonu olarak değişmesi.

sabit endüktansına oranlanmışlardır. Doğru akımda esas endüktanslar için

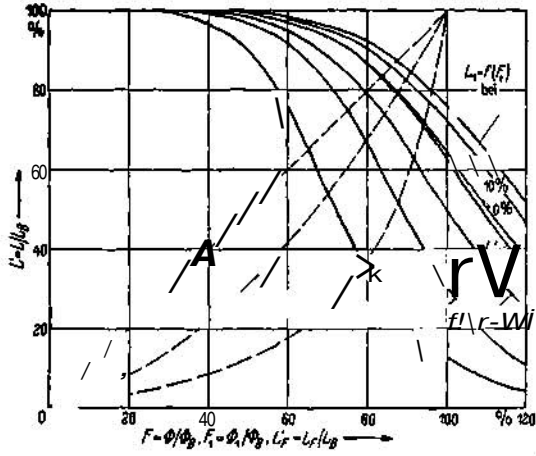
ifadeleri bulunur. Seçilen inceleme tarzı sayesinde, bütün formüller sade bir şekil arz etmektedir. Oranlanmış endüktanslar esas endüktansların ve manyetik iletkenliklerin doyma derecesi olarak düşünülebilir,  $m = 7$  için şekil 1 de, oranlanmış ampersarımın (veya akımın) fonksiyonu olarak ve Şekil : 2 de oranlanmış akımın fonksiyonu olarak gösterilmişlerdir. Esas endüktanslar arasındaki bağlantı olarak, akı endüktansının fonksiyonu şeklinde yaklaşık denklemin üstüne tabi şu bağlantılar bulunur.

$$F^m \sim 1 = 4 - 1;$$

$$L'_D = \frac{L'_F}{m - (m - 1) i. \hat{\Delta}} \quad (it)$$

$$L'_E = \frac{m - 1}{m + 1} L'_F \cdot \frac{2}{m + 1} L'_F$$

Bu bağlantılar Şekil • 2 de m = 7 için kesik çizgilerle gösterilmiştir.



Şekil • 2 — Oranlanmış çeşitli endüktansların oranlanmış akıya göre değişmesi. Esas endüktanslar.  $L_c$ ,  $L_c'$ ,  $L_d$  • Esas harmonik\*, endüktansı • •  $\mathcal{L}$ ,  $R^f$  • Endüktans endüktansı :  $L_c'$  • Kesintili eğriler esas endüktansların akı endüktansına tâbi olarak değişmelerini göstermektedir.

$$Ll = 1 \left( 1 + f(5 - 21k + 63k^2 - 75k^3 + 90k^4 - 30A^5 + 20A^6) \right) Fi > L'_f = 1/1 + Fi. \quad (22)$$

Alternatif akım için tatbikatta bir çok durumda, manyetik akı sinüs biçimli farzedilebilir. Zorlanmış sinüs biçimli  $P_j \sin x$  akısının yaklaşık denklemde yerleştirilmesiyle ampersanın

$$(18) \quad D = F_1 \sin x + F_1^m \frac{(-1)^{m-1}}{2^{m-1}} \sum_{k=0}^{m-1} (-1)^k \binom{m-1}{k} \sin(m-2k)x \quad (x) = \frac{m!}{k!(m-k)!}$$

olarak hesaplanır. Kısaltma maksadı ile burada faktoriyel katsayıları kullanılmıştır. Akım harmoniklerinin genlikleri sırası ile artı ve eksi olmaktadır. Yalnız esas harmonik için bu netice genliğin doymadan mütevellit kısmı için geçerlidir  $z = m - 2k$  mertebesinden herhangi bir har-

$$L'_3 = \mathcal{L} = 1/1 + \frac{f}{64} \left( -4 + 21 - 45k + 90k^2 - 50A^3 + 60h^4 - 5k^6 \right) F_1^4 \quad (24)$$

monğin genliğinin, esas harmoniğin doymadan mütevellit kısmının genliğine oranı  $r_c$  için genel olarak ve  $m = 7$  özel durumunda

$$(19) \quad r_c = (-1)^k \frac{\binom{m-1}{2}! \binom{m+1}{2}!}{A^k (m-k)!} \quad m=7 \quad \begin{matrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ k & 3 & 2 & 1 & 0 \\ r_c & 1 & -\frac{3}{5} & \frac{1}{5} & -\frac{1}{35} \end{matrix}$$

bulunur. Mertebe büyüdükçe bu oranın süratle küçüldüğü görülmektedir. Harmonik endüktanslarından yalnız esas harmonik endüktansı

$$L'_1 = \frac{L_1}{L_B} = \frac{F_1}{D_1} = \frac{1}{1 + \frac{1}{2^{2m-1}} \binom{m}{1} F_1^{m-1}} \quad (20)$$

mevcuttur, zira manyetik akı başkaca harmonik arzetmemektedir. Şekil : 2 m = 7 için bu endüktansı akı genliğinin fonksiyonu olarak göstermektedir. Eğer manyetik akı

$$F = F_x (\sin x + k \sin 3x) \quad \text{mit } k = F_3/F_1 = \Phi_3/\Phi_1,$$

Cil)

biçiminde ise, esas harmonik endüktansı için  $m = 7$  ile bulunur. Akı genliğinin fonksiyonu olarak eğrisi Şekil : 2 de gösterilmiştir. Üst harmonik faktörünün incelenen  $k = 0...20\%$  alanında  $P_1^0$  nın katsayısı 1 den küçük olduğundan.  $L_j$  doğru akımdaki akı endüktansından büyüktür. Manyetik karakteristiğin doğrusal kısmın-

da ise bu iki endüktans birbirine eşit olur. Şekil : 2 de ayrıca  $k = 0$  için esas harmonik endüktansından hafifçe fark eden

$$L_i = Xla > L_B = VJto I_e \cdot L_B = F_e/D_e \quad (23)$$

reaktans endüktansı,  $F_j$  in fonksiyonu olarak gösterilmiştir. 3 üncü mertebeden üst harmoniklerin endüktansı için

elde edilir. Bu harmonik endüktansı sıfır, sonsuz, artı veya eksi olabilir. Ayrıca grafik yolla  $k = 25, 3\%$  için  $D_a = F_1$  bulunur. Bu durumda

bütün ampersarım sahasında  $L' = 1$  çıkar. Daha yüksek akım harmonikleri için ilişkin harmonik endüktansları tanımlanamaz, zira bunlar için gerekli akı harmonikleri kabul mucibince mevcut değildir. Bütün bunlar harmonik endüktansların fiziksel olmayan niteliğini göstermektedir.

önceki neticelerin çalışmada kullanılan yaklaşık denklemlerle ifade edilebilen demir mıknatıslanma eğrilerine uygulanabilmesi için, akı yerine manyetik alan yoğunluğunu ve ampersarım yerine manyetik alan şiddetini koymak kâfidir. Muhtelif akım çeşitleri ile mıknatıslamada doğru akım karakteristiğinin, alternatif akımda esas harmonik karakteristiğinin ve karışık akımda ortalama değerler karakteristiğinin

$$D = F + aF^m \quad (25)$$

basit üstel fonksiyonu ile kesintisiz olarak ifade edilebilmesi bilhassa ilginçtir. Burada doğru akım için  $a = 1$ , alternatif akım için  $a < 1$  ve karışık akım [2] için  $a > 1$  olur.

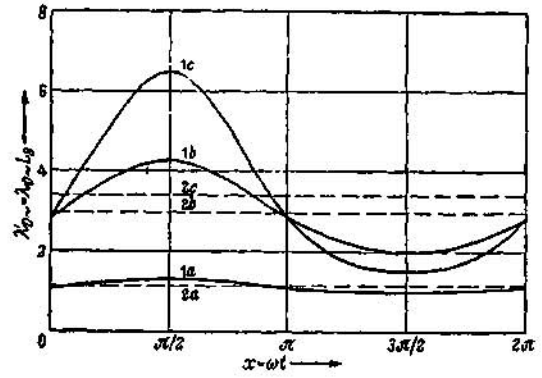
Karışık akımda muhtelif endüktanslar [2] de hesaplanmıştır. Bu çalışmada  $m = 7$  için yalnız periyodik ters diferensiyel endüktans hesaplanacaktır. Ters endüktansın alınmasının sebebi, akımın müstakim değişken olmasıdır. Sözü geçen büyüklük için (26) denklemi bulunur. Şekil : 3, parametrenin birkaç değeri için, elde edilen eğrileri göstermektedir.

Peryodik ters endüktanslar evvelce literatürde kullanılmıştır. Fakat onların bir kavram olarak önemleri ve yalnız başına mevcudiyetleri an-

$$\begin{aligned} \hat{A}'_0 &= \mu L'_0 = 1 + 7 f^6 \quad F = F_0 \cdot (1 + F_x \sin x) = F_n (1 + w \sin x) \quad iv = 0, /0_0 \\ \lambda'_{D0} &= 1 + 7 F_0^6 \left\{ \left( 1 + 7,5 w^8 + \frac{45}{8} w^4 + \frac{1}{3,2} w^6 \right) + 3 w (2 + 5 w^2 + 2,5 w^4) \sin x \right. \\ &\quad - 7,5 w^2 \left( 1 + iv^2 + \frac{1}{16} w^4 \right) \cos 2x - 5 w^3 \left( 1 + \frac{3}{8} w^2 \right) \sin 3x \\ &\quad \left. + 4,5 w^5 (5 + 0,5 w^2) \cos 4x + \frac{3}{8} w^5 \sin 5x - \frac{1}{3,2} w^6 \cos 6x \right\} \end{aligned} \quad (26)$$

laşılmamıştır. [5] te seri kolektörlü makinelerde şebeke frekanslı akımla hasıl olan Ön mıknatıslanmanın, öz ikaz üzerine tesiri incelenmektedir (Bu inceleme [6] ya da alınmıştır). Burada ters diferensiyel endüktans, manyetik karakteristiğin doğrusal kısmındaki tanjantın çalışma noktasındaki tanjanta oranı olan bir «yardımcı büyüklük» olarak düşünülmektedir. Elde edilmesi de verilen manyetik karakteristiktan grafik yolla

$$\hat{A}'_D = 1 + 7 F_0^6 \left\{ 1 - \frac{7,5}{8} \cos 2x + \frac{3}{8} \cos 4x - \frac{1}{3,2} \cos 6x \right\}. \quad (29)$$



Şekil : 3 — Peryodik ters diferensiyel endüktansın (1) zamana göre değişmesi ve ilişkin ortalama değerler (2).

a eğrilerinde :  $F_0 = 50\%$ ,  $w = 20\%$   
ö eğrilerinde :  $F_0 = 80\%$ ,  $w = 10\%$   
o eğrilerinde :  $F_0 = 50\%$ ,  $w = 20\%$  değerleri kullanılmıştır.

yapılmaktadır. O incelemede mevcut bazı küçük hatalar dolayısıyla, öz ikaz burada kısaca incelenecektir. Generatör olarak çalışmada hasıl olan öz ikaz akımları

$$\begin{aligned} Ri + (L_S + L_D) \frac{di}{dt} &= e = z \frac{p}{a} n \varphi = c n L_D i, \\ L_D &= L_B \cdot L'_D = \frac{L_B}{\lambda'_D}, \quad \frac{di}{dt} = c n - A \omega \frac{\pi}{a} di. \end{aligned} \quad (31)$$

mevcut akıma eklenir. Bu ifadelerde L makinenin sabit endüktansını (kaçak endüktans ve yardımcı kutup endüktansı), R bütün makine direncini ve L esas kutup diferensiyel endüktansını gösterir, öz ikaz akımının hasıl ettiği doğru

akım ön mıknatıslanmasında periyodik ters diferensiyel endüktans

$$\lambda'_{D0} = \lambda'_{D0} + \sum_{m=1,3} \lambda'_{Dm} \sin m x + \sum_{n=2,4} \lambda'_{Dn} \cos n x. \quad (28)$$

bileşenlerine sahiptir, ön mıknatıslanma olmadığı zaman, sinüsleri ortadan kalkar, ön mıknatıslama olmadan tatbik edilen sinüs biçimli  $F_1 \sin X$  akısı durumunda kosinüs terimleri için, g-enel ifadede sınır durumuna geçilerek,

bulunur. Basitleştirme olsun diye  $L_1 = 0$  alınır-  
sa, öz ikazın doğmasını önleme şartı olarak

$$c_n - \lambda_{D0} R < 0 \quad (30)$$

bulunur, zira soldaki kısım akımın üstel genliğini  
tayin eder. öz ikazı önleme şartının periyodik ters  
diferensiyel endüktans tarafından kapsandığına  
dikkat edilmelidir. Şebeke akımı ile ön miktatis-  
lama olmadığında, öz ikazın manyetik karakteri-  
stik doğrusal kısmında remanens akısı ile  
doğduğu durumu

$$en - R < \quad (31)$$

şartına göre, bütün direnç ters endüktans orta-  
lama değeri kadar büyümüş gözükmektedir.  
Böylece sabit donmehızında, öz ikaza mani olan  
kritik direnç, endüktans ortalama değeri kadar  
küçük alınabilir. Görüldüğü gibi, doyma öz ikazı  
önlemek için elverişlidir. Bu açıklamalar periyodik  
endüktans kavramının fiziksel önemini göstere-  
bilir. [5] te incelenen durum için bulunan neti-  
celer aşağıda evvelâ yazılmış ve parantez içinde  
bu çalışmanın hesaplanan neticeler ile aynı manye-  
tik karakteristik için hesaplanan neticeler ilâve  
edilmiştir.

$$F_o = 0,40, w = 1,6, x'DO = 3^\circ \quad (2,8) \\ \lambda_{D0} = 3,5 \quad (3,1) \quad (32)$$

[5] te muhtemelen grafik yolla hesaplanmış ol-  
masına rağmen; neticelerin birbirini tutması  
memnuniyet vericidir.

#### LİTERATÜR

- [1] CETIN, I.: Kapazität von nichtlinearen  
Kondensatoren bel Gleich- Wechsel- und  
Mischspannung. ETZ-A 85 (1964) S. 58-59  
u. 266-272.
- [2] CETIN, I.: Pelddurchflutung und Peldha-  
uptinduktivität bel Mischstrom-Triebmoto-  
ren. ETZ-A 85 (1964) S. 501-506.
- [3] HEILES, F.: Über die Magnetisierung des  
Dreiphasen-Kerntransformators. Arch. E-  
lektrotechnik 28 (1932) S. 693-709.
- [4] FISCHER, J., u. H. MOSER: Die Nach-  
bildung von Magnetisierungskurven durch  
einfache algebraische öder transzendante  
Funktionen. Arch. f. Elektrotechnik 42  
(1956) S. 286-299.
- [5] LEONHARD, A.: Allgemeines Verfahren  
für die Klärung der Selbsterregungsbedin-  
gungen bei elektrischen Maschinen. Arch.  
Elektrotechnik 36 (1942) S. 201-220.
- [6] RICHTER, R.: Elektrische Maschinen, Bd.  
V. Berlin: Springer 1950.

#### İ L A N

Batman Bölge Müdürlüğümüzde alçak gerilim şebekesi ve elektrik  
motorları işleminde çalıştırılmak üzere 35 yaşını doldurmamış, askerliğini  
yapmış, tecrübeli Elektrik Y. Mühendisi veya mühendisleri alınacaktır.  
İsteklilerin müracaatları ilân olunur.

**TÜRKİYE PETROLLERİ A.O.**  
**GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**