

arasında ise sahile paralel gitmektedir. Hattın toplam uzunluğu 105 km. dir. Dere vadisi dar, derin, yüksek dağ ve ormanlarla çevrilidir. Ayrıca, hattı yola yakın geçirmek gayesi güdülmüştür. Bu sebeplerle hattın çekilmesi problemi büyük zorluklar arzemiştir. Deniz kenarı ise, bilindiği gibi sert yamaçları ihtiva eder ve bu hal Rize'den Trabzon'a kadar böyledir.

417 adet çelik kafes direk mevcut olup ortalama direk arası 270 metredir. Vadi atlamalarında 670 metreye kadar direk arası mevcuttur. Direk temelleri betondur. Hatlar delta durumunda konsollara oturmuştur. Toprak hattı tepededir. Çelik alüminyum iletken 150/181 mm² (300000 CM) dir. Çelik toprak hattı ise 50 mm² dir. İzolatör zincirleri 4 elemanlıdır. Tali merkezler arasındaki her kısımda transpozisyon yapılmıştır

Tali Merkezler:

66 kV. kısmı açık hava tipidir. Bir ana ve bir transfer barasını havidir. Disjonktörler az yağlı.

trafolar tabii soğutmalıdır. Tali hizmet trafoları «metal clad» tipi olup içeridedirler. Her merkezde kurşunlu bir batarya ve bir cıvalı redresör" vardır.

İyidere postasında bir giriş (İkizdere'den) ile iki çıkış (Rize ve Trabzon'a) vardır Bir adet 1000 kVA ve 66/15 kV trafo mevcut olup tevsi için yedek yer bırakılmıştır. 15 kV. luk 3 hat İyidere ve Karadere kasabalarını besler. Bir de yedek vardır.

Rize merkezi bir giriş (İyidere'den) ve bir yedek sahayı ihtiva eder. İki adet 2000 kVA lık 66/6,3 kV luk trafo mevcut olup üçüncüsü için yer bırakılmıştır 6 adet 6,3 kV. lık çıkış vardır.

Araklı 66 kV. trafosu da bir girişi (İyidere'den) ve bir çıkışı (Trabzon'a) ihtiva eder. Bir adet 1000 kVA 66/15 kV. trafo mevcuttur.

Trabzon postası 66 kV trafodur. 2 giriş (biri Araklı'dan biri yedek) vardır 6500 kVA ve 66/15 kV 2 adet trafo mevcuttur. Şehre 5000 volt ile 6 çıkış üzerinden enerji verilmektedir.

UDK: 621.313.32: 621.317

Senkron Makinaların Karakteristik Büyüklüklerinin Tarifleri ve Tayin Metodları (*)

Muzaffer CANAY
Doç. Y. Müh. - İTÜ

Elektrik enerjisinin istihsalı ve tekrar istihlâkinde senkron makinalar büyük bir önemi hazırlarlar. Bu ehemmiyete binaen hazırlanan bu yazıda senkron makinaların karakteristik büyüklükleri kısa tarifleri ile birlikte ele alınarak bunların ölçümleri için pratikte inkişaf ettirilmiştir metodların şayanı tercih olanları bir sıra dahilinde sunulmuştur.

I. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin istihsaline karşı duyulan ihtiyaç günden güne artmakta ve bu hal bir takım yeni problemleri ortaya koymaktadır. Elektrik enerjisinin istihsalinde en ziyade kullanılan generatörler senkron generatörlerdir. Gerek motor ve gerekse generatör olarak senkron makinaları bir çok teorik ve pratik çalışmalara saha teşkil etmişlerdir. Bu çalışmalarda tarif edilen ve çok kullanılması neticesi olarak ta pratikte yerleşen senkron makinaların karakteristik bil-

yükklüklerinin tecrübî yollardan tayıni için, teknikte ileri bir çok memleketlerin yönetmeliklerinde muhtelif metotlar verilmiş bulunmaktadır. Fakat bu muhtelif metotlarla tâyin edilen büyüklüklerin değerleri arasında, dayanılan teorik tarif ve kabullerin muhtelif olması dolayısıyla bir takım farklar zuhur etmektedir. Beynelmîlel elektroteknik komitesi EEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) son zamanlarda senkron makinaların karakteristik büyüklüklerinin tâyininde bir birlik yaratmak gayesiyle çalışmalara başlamış bulunuyor. Bu harekete paralel olarak mevzubahis büyüklüklerin memleketimizde de ele alınması ve herbir büyüklüğün tayıni için bir ana metot ile birlikte diğer tali derecedeki metotlardan tercih olunanlarının kısa olarak verilmesi arzu edilmiştir. Verilecek metotlar hakkında daha geniş malûmat, sırası geldiğinde zikredilecek eserlerden elde edilebilir.

Burada mevzubahis olan bütün karakteristik büyüklükler senkron makinanın iki eksenli teorisinde (Two - Reaction Theory) tarif edilmiştir. Tariflere ait mütemmim malûmat literatürde mevcuttur [1], [2], [3], [4].

(*) Müellif bu yazısına, IEC'nin bu mevzudaki suallerine karşılık kendisinin Th Laible ile birlikte hazırladıkları teklifi esas kabul etmiştir.

Zaman sabiteleri dışında bütün büyüklükler PER-UNIT sistem dahilinde değerlendirilmiş boyutsuz kıymetlerdir. Bu sistemde stator devrelerine ait her gerilim, akım ve direnç büyüklükleri [Volt] [Amper] veya [Ohm] olarak değil de, makinanın nominal gerilimine, nominal akımına veya bu değerlerden elde edilecek nominal direncine oranla boyutsuz birer sayı olarak, yani per unit [pu] olarak verilirler. Rotor devresi büyüklükleri için ise ikaz devresinin boş çalışmada nominal uç gerilimine tekabül eden hava aralığına ait ikaz akımının şiddeti [Amper] ve bununla ilgili ikaz geriliminin değeri [Volt] birim büyüklükler olarak kabul edilirler [2], [4]. Zaman sabitelerini saniye cinsinden vermek âdet olduğundan bu hususa burada da riayet edilmiştir.

Karakteristik büyüklüklerin toplu olarak verilmesinde rastlanılan diğer bir güçlük de bunların Türkçe karşılıklarının henüz dilimizde yerleşmemiş olmasındadır. Anlam bakımından muhtemel bir yanlışlığa sebebiyet vermemek maksadıyla mevzubahis büyüklüklerin, yaygın olan İngilizce karşılıkları ile birlikte verilmesi uygun görülmüştür. Son olarak şu hususa da işaret etmek yerinde olacaktır. Burada herhangi bir büyüklük için verilen metotlar, mevcut metotların hepsi demek değildir. Fakat bahsedilmeyen diğer metodlar bahsedilenler yanında muhtelif sebeplerden dolayı tavsiyeye şayan görülmemişlerdir.

Senkron makinaya ait karakteristik büyüklükler ilerki kısımlarda aşağıdaki sırayla ele alınacaktır.

| No. | İ s i m | — Reaktanslar | Sembol |
|---|---|--|---------------|
| | | İngilizce karşılığı | |
| 1 | Senkron boyuna reaktans | Direct-axis synchronous reactance | X_d |
| 2 | Geçici boyuna reaktans | Direct-axis transient reactance | X_d' |
| 3 | Hızlı geçici boyuna reaktans | Direct-axis subtransient reactance | X_d'' |
| 4 | Senkron enine reaktans | Quadrature-axis synchronous reactance | X_q |
| 5 | Hızlı geçici enine reaktans | Quadrature-axis subtransient reactance | X_q' |
| (Not: Enine eksen üzerinde bir ikaz sargısı olmaması dolayısıyla bir geçici enine reaktans tarif edilemez. Bazı müelliflerin X_q dan küçük olarak buldukları ve bu eksenle ilgili bir reaktansı X_q' olarak isimlendirmeleri teorik bir esasa istinat etmemektedir) | | | |
| 6 | Stator kaçak reaktansı | Armature leakage reactance | X_a |
| 7 | Potier reaktansı | Potier reactance | X_p |
| 8 | Ters reaktans | Negative sequence reactance | X_2 |
| 9 | Sıfır reaktans | Zero sequence reactance | X_0 |
| B — Omik Dirençler | | | |
| 10 | Stator omik direnci | Armature resistance | R^* |
| 11 | Efektif stator omik direnci | Effective resistance of armature winding | R |
| 12 | Efektif omik direnci | Negative sequence resistance | R_2^* |
| 13 | Sıfır omik direnci | Zero sequence resistance | R_0 |
| 14 | İkaz sargısı omik direnci | Field resistance | R_f |
| C — Zaman Sabiteleri | | | |
| 15 | Boyuna eksenin açık devre geçici zaman sabiti | Direct-axis transient open circuit time constant | T_d' |
| 16 | Boyuna eksenin açık devre hızlı geçici zaman sabiti | Direct-axis subtransient open-circuit time constant | T_d'' |
| 17 | Boyuna eksenin geçici zaman sabiti | Direct-axis transient time constant | T_d' |
| 18 | Boyuna eksenin hızlı geçici zaman sabiti | Direct-axis subtransient time constant | T_d'' |
| 19 | Stator sargılarının doğru akım zaman sabiti | Time constant of aperiodic component of short-circuit | T_a |
| 20 | Enine eksenin açık devre zaman sabiti (Amortisör sargısının enine eksenindeki zaman sabiti) | Quadrature-axis open-circuit time constant of damper winding | X'' (TQ) |
| 21 | Enine eksenin hızlı geçici zaman sabiti | Quadrature-axis subtransient time constant | T_q'' |
| 22 | Amortisör sargısının boyuna eksenindeki zaman sabiti | Direct-axis time constant of damper winding | T_D |
| 23 | İkaz sargısının zati zaman sabiti | Time constant of excitation winding | T_f |

Yukarıda verilen notasyonlar incelendiği takdirde görülür ki; ikaz sargısının tesiriyle zuhur eden geçici rejime ait bütün büyüklükler -bir «» işareti ile ve amortisör sargısının husule getirdiği hızlı geçici rejime "ait büyüklüklerde bir «"» işareti ile ayırtedilmişlerdir. İndexlerdeki «d» harfi boyuna eksen, «q» harfi enine eksen ve «o» işareti de stator sargılarının açık olduğunu karakterize ederler.

M — KARAKTERİSTİK BÜYÜKLÜKLERİN TARİFLERİ VE TAYİN METOTLARI

A — Reaktanslar

1. Senkron boyuna reaktans X_d :

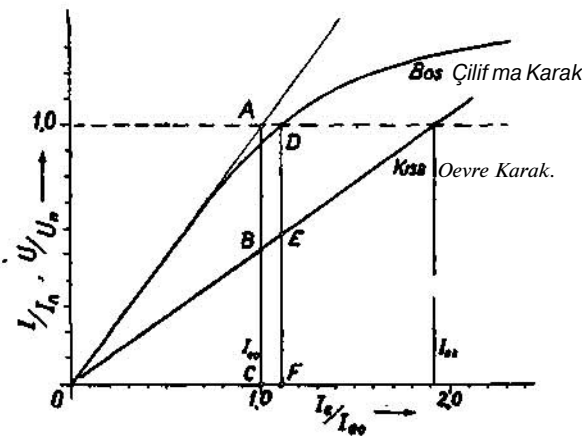
Senkron makinalarda boyuna eksenin sürekli rejim içersinde göstermiş olduğu reaktanstır. Yuvarlak kutuplu türbo tipi senkron makinalarda bu büyüklük makinanın sürekli rejimdeki reaktansı olarak ta tarif edilebilir X_d nin PER UNIT sistemindeki değeri normal olarak;

türbo makinalarda, 1,6- -2,4 pu
çıkık kutuplu makinalarda 0,9- -1,5pu

kıymetleri arasında değişir [2], [5] Çıkık kutuplu makinalarda devir sayısı azaldıkça senkron boyuna reaktansın değeri de normal olarak küçülür.. Yukarıda verilen değerler büyük makinalar içindir. Güçleri 100-•• 500 kVA civarında olan küçük dizel generatörlerinde X_d nin değeri 0,8 1,2 pu arasında kalır. Çok daha küçük generatörlerde ise bu değer daha da küçülerek 0,2 . • 0,4 pu değerlerini alabilir.

Metot a (Kısa devre ve boş çalışma karakteristiklerinden) :

Senkron hızla donen makinanın açık olan uçlarındaki boş çalışma gerilimi, ikaz akımının bir fonksiyonu olarak ölçülür. Elde edilen münasebet boş çalışma karakteristiğidir (Şekil: 1).



(Şekil 1) Kısa devre ve boş çalışma karakteristikleri

Kısa devre edilmiş bir senkron makinada üç fazlı sürekli kısa devre akımının ikaz akımı ile olan münasebeti de kısa devre karakteristiği adını alır. Her iki münasebet, orijin etrafındaki muayyen bir bölge dahilinde lineer kabul edilebilir. Boş çalışma karakteristiğinde makinanın nominal gerilimine tekabül eden hava aralığına ait ikaz akımını I_{q0} ve kısa devre karakteristiğinde üç fazlı sürekli kısa devre akımının nominal akıma eşit olduğu noktaya ait ikaz akımını da I_{qk} ile gösterelim. Aranılan senkron boyuna reaktansın doymamış değeri,

$$X_d = \frac{I_{ek}}{I_{ec}} = \frac{AC}{BC} \text{ pu.}$$

olarak bulunur. Bu değer X_d nin evvelce bahsedildiği gibi PER UNIT sistemdeki kıymetidir [2], [9].

Doymayı göz önüne alarak;

$$SCR = \frac{EF}{DF}$$

şeklinde tarif edilecek büyüklük ise son zamanlarda literatürde çok mevzubahis olan kısa devre oranıdır (Short Circuit Ratio) [2].

Metot b (İkazsız makinanın senkron olarak çektiği kapasitif güçten).

Makina, senkron kompensatör olarak şebekeye bağlanır ve bundan sonra ikazı yavaş yavaş küçültülerek ortadan kaldırılır Reaksiyon momentinin tesiri altında senkron makina ikazsız olarak senkronizmde kalır. Bu durumda makinanın şebekeye gösterdiği reaktans aranılan senkron boyuna reaktanstır. Senkron makinanın çektiği akım I_d pu ve uç gerilimi U pu ise senkron boyuna reaktans,

$$x_d = \frac{U}{I_d}$$

formülüyle hesap edilir. X_d nin bu kıymeti doyma tesiriyle Metot: la ile tayin edilecek değerden biraz küçük olup daha ziyade 1/SCR kıymetine yakındır.

Bu metotta dikkat edilecek en önemli nokta, metodun ancak çıkık kutuplu senkron makinalara kabili tatbik olmasıdır. Türbo tipi (yuvarlak rotorlu) makinalarda reaksiyon momentinin değeri sürtünme ve ventilasyon kayıplarını karşılayamayacak kadar küçük olması neticesi olarak türbo makina ikazsız halde senkronizmde kalamıyacaktır. Bu durum senkron makinaların polar diagramlarından kolayca görülebilir [5].

2. Geçici boyuna reaktans X'_d :

Senkron makinanın boyuna ekseninde bulunan ikaz sargısı, X'_d reaktansın tarifini

zarurî kılar. Teorik olarak elektrikî hiçbir amortismanı olmayın senkron makinalarda geçici bir olayın âni olarak zuhurunda makinanın ilk anda, boyuna ekseninde gösterdiği reaktans X'_d tir. X'_d nin değeri normal olarak;

türbo makinalarda 0,2 ... 0,3 pu
çıkık kutuplu makinalarda 0,3 ... 0,4 pu

arasındadır [2]. 100.-500 kVA• gücündeki ufak dizel generatörlerinde bu değer küçülür ve normal olarak 0,13 • • • 0,2 sınırları içerisinde bulunur.

Metot a (Üç fazlı âni kısa devre' osilogramlarının analizinden):

Senkron makina üç fazlı âni kısa devre tecrübesine tâbi tutulur ve kısa devre akımının osilogramı alınır. Lüzumsuz yere fazla osilogram kâğıdı kullanmamak için kısa devrenin takriben ilk periyodunu müteakip beklenir ve sürekli kısa devre rejimi teessüs ettikten sonra sürekli kısa devre akımının osilogramı alınır. Zaman ekseninin iyi okunabilmesi için kâğıt hızının 0,5... 1,0m/s mertebesinde olması tavsiye edilir. Şekil: 2a da 937,5 kVA gücünde bir türbo generatöre ait üç fazlı âni kısa devre osilogramı görülmektedir. Şekil: 2b de ise üç fazlı âni kısa devredeki bir faz akımının

genel şekli, ilerki izahlara esas olmak üzere çizilmiştir.

Stator akımının herhangi bir t anındaki genliği A, den, kısa devre akımının sürekli rejimdeki A_a genliği çıkarılarak elde edilecek $A_i - A_a$ farkı, yarı logaritmik (ordinatı logaritmik apsisi lineer) bir eksen sisteminde t zamanının fonksiyonu olarak işaretlenir (Şekil: 3a). Şekilde görüldüğü üzere zaman arttıkça elde edilen noktalar bir doğru üzerinde sıralanmaya başlarlar. Extrapolasyonla bu doğrunun t=0 anındaki

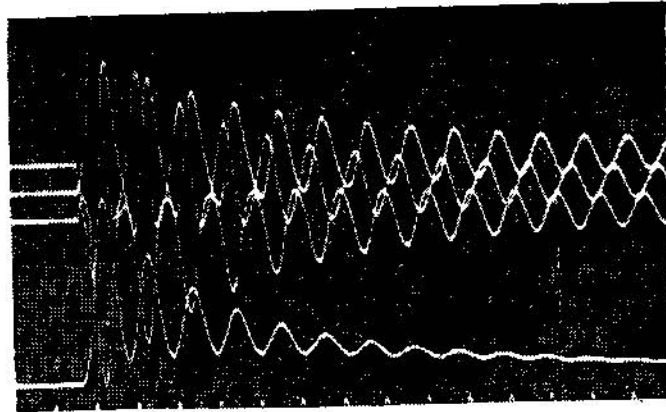
$$A A' = A_0 - A_{c0}$$

ordinatı bulunur. Geçici boyuna reaktans X'_d ;

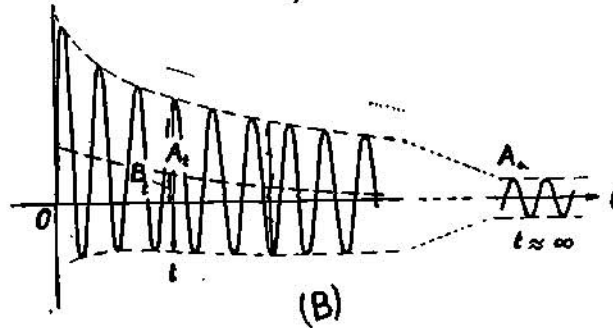
$$X'_d = \frac{A_{\infty}}{A_{cc} + A^{A'}} X_d \text{ pu.}$$

formülü ile tâyin edilir. Bu ifadede X_d [pu] olarak ve A değerleri ise ya osilogramdan ölçülecek uzunlukların [cm.] kıymetleri veya [Amper] olarak yerleştirilmelidirler [9].

Kısa devre yapılmadan evvelki uç geriliminin değerine göre bu metot ile geçici boyuna reaktansın doymuş veya doymamış kıymetleri elde edilir.



(A)



(B)

(Şekil : 2) Üç fazlı kısa devrede faz akımları ve ikaz akımı
A) 937,5 KVA lik t>ir türbo generatörde alınan osilogram. Üstteki üç eğri faz akımlarına ,alttaki ise ikaz akımına aittir.
B) Bir faz akımının genel şekli.

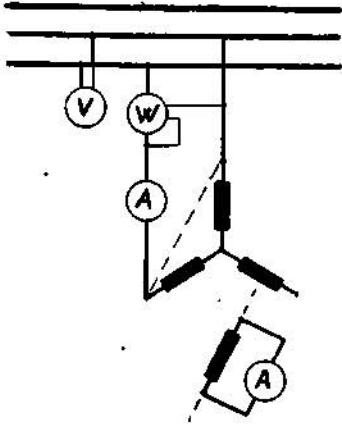
ki extrapolasyonla bulunacak ordinatı \hat{A}'' olsun. Senkron makinanın hızlı geçici reaktansı, X''_d 'nin değeri;

$$X''_d = \frac{A_{c@}}{A_{\infty} + \Delta A' + \Delta A''} X_d \quad \text{pu.}$$

formülüyle t \hat{a} yin edilir [8], [9]. Bu tarzda elde edilecek kıymet, X''_d 'nin umumiyetle doymuş değeridir. Verilen form \ddot{u} lde X_d reaktansı [pu] olarak ve A kıymetleri de metot 2a da olduğu gibi [cm] veya [Amper] boyutunda yerleştirilmelidir.

Metot b (Statik \ddot{o} l \ddot{c} u deneylerinden):

Metot ilk defa Dalton ve Cameron tarafından verilmiştir. Arzettiği statik \ddot{o} l \ddot{c} me kolaylıklarından \ddot{o} t \ddot{u} r \ddot{u} s \ddot{u} r \ddot{u} X''_d ve X''_q karakteristik b \ddot{u} y \ddot{u} kl \ddot{u} klerinin mevzubahis olduğu haller i \ddot{c} in hassa b \ddot{u} y \ddot{u} k santrallerde kolaylıkla tatbik edilir. Bu metotla bulunacak X''_d 'nin kıymeti, bazı teorik sebeplerden dolay \ddot{u} metot 3a'nın sonucundan biraz farklı olacaktır [14],



(şekil : 4) X''_d Reaktansının duran makinalarda t \hat{a} yini

Senkron makina şekil: 4 te olduğu gibi iki faz \ddot{u} zerinden beslenir. Rotor d \ddot{o} nd \ddot{u} r \ddot{u} lmek suretiyle kısa devre edilmiş olan ikaz sargılarında akımın maksimum olduğu konum tespit edilir. Bu durumda iki faz arasında \ddot{o} l \ddot{c} \ddot{u} len gerilim U [pu] ve stator devresinden ge \ddot{c} en akım I [pu] ise hızlı boyuna reaktans;

$$X''_d = \frac{U}{I} \quad \text{PU.}$$

dır. Eğer rotorun d \ddot{o} nd \ddot{u} r \ddot{u} lmesi imk \ddot{a} nsız ise, RS, ST ve TR u \ddot{c} lerinden beslenmek suretiyle deney \ddot{u} ç defa tekrarlanır. Her bir tecr \ddot{u} bede \ddot{o} l \ddot{c} \ddot{u} len reaktansları sırasıyla X_{RS} , X_{ST} ve X_{TR} ile g \ddot{o} sterirsek aranılan X''_d ;

$$X''_d = \frac{X_{RS} + X_{ST} + X_{TR}}{3} (+) \frac{1}{3} \sqrt{X_{RS}^2 + X_{ST}^2 + X_{TR}^2 - X_{RS}X_{ST} - X_{ST}X_{TR} - X_{TR}X_{RS}}$$

form \ddot{u} l \ddot{u} yle hesaplanır [10]. Bu ifadede esas işaret (-) olmakla beraber bazı makinalarda (+) da olabilir. Bu cins makinalarda X''_d 'nin değeri X''_q 'den b \ddot{u} y \ddot{u} kt \ddot{u} r (Kısım 5'e bakınız). Tecr \ddot{u} be gerilimi, stator akımı kendi nominal değerini aşmıyacak şekilde ayar edildiğinden bu usul ile t \hat{a} yin edilen kıymet doymamış değerdir.

Metot c (İki fazlı s \ddot{u} rekli kısa devre harmonik analizinden):

Senkron makina iki fazlı olarak kısa devre edilir ve s \ddot{u} rekli kısa devre akımı ile a \ddot{c} ık kalan fazın kısa devre noktasına g \ddot{o} re olan geriliminin osilogramları alınır. Makinanın nominal akım ve gerilimine irca edilmiş [pu] kıymetler olarak;

kısa devre akımının birinci harmoniğinin değeri (1),

kısa devre akımının \ddot{u} ç \ddot{u} nc \ddot{u} harmoniğinin değeri (3),

a \ddot{c} ık fazın geriliminin birinci harmoniğinin değeri U(1),

ve nihayet, a \ddot{c} ık fazın geriliminin \ddot{u} ç \ddot{u} nc \ddot{u} harmoniğinin değeri U(3).

ile g \ddot{o} sterelim. Bu b \ddot{u} y \ddot{u} kl \ddot{u} kler akım ve gerilim osilogramlarından analiz yoluyla elde edilir. 3. harmoniğın 1. harmoniğe irca edilmiş kıymetini b ile g \ddot{o} sterirsek,

$$b = \frac{J}{3} \frac{U(3)}{U(1)} \quad \text{vcva} \quad b = \frac{I(3)}{I(1)}$$

X''_d 'nin değeri;

$$X''_d = \frac{1}{3} \frac{1-b}{1} \frac{U(1)}{T(T)}$$

eşitliği ile hesap edilir. Metot ilk defa olarak Th. Laible tarafından verilmiştir.

4. Senkron enine reaktans X_q :

Senkron makinalarda enine eksenin s \ddot{u} rekli rejimde g \ddot{o} stermiş olduğu reaktanstır. Kıymeti, t \ddot{u} rbo makinalarda X_q ye \ddot{c} ok yakın ise de \ddot{c} ıkık kutuplu makinalarda \ddot{c} ok farklıdır.

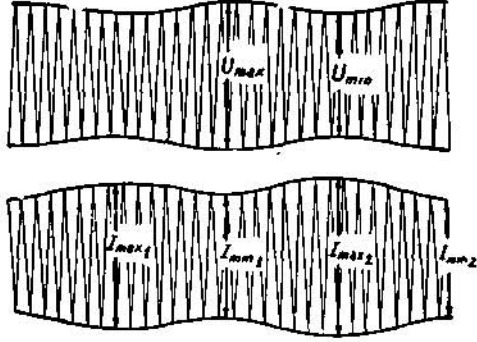
T \ddot{u} rbo makinalarda $X_q = (0,9-1) X_d$
 \ddot{C} ıkık kutuplu makinalarda $X_q = (0,50-0,7) X_d$

Metot a (Kayma deneyinde):

Senkron makina ikaz devresi a \ddot{c} ık olarak senkron hız civarında \ddot{c} ok k \ddot{u} çük bir s kayması ile asenkron olarak \ddot{c} alışmaya bırakılır, s kaymasının değeri makina karakteristiğine g \ddot{o} re değişmekle beraber 0,01 den k \ddot{u} çük olması şart-

tır. Bu kadar küçük kaymalarda ise makina bir kaymadan ziyade reaksiyon momentinin tesiriyle darbeli bir dönme hareketi yapar. Bunu mümkün merteye önlemek bakımından üzerinde ölçü yapılan grubun atalet momentinin büyük olması avantajlıdır.

Senkron makinanın uç gerilimi ve stator akımı şekil: 5 te görüldüğü tarzda bir dalgalanma arzederler. Stator akımının dalgalanma-



(Şekil 5) Kayma deneyinde dktm ve gerilim, şekilleri

sında birbirini takiben gelen iki maksimum ve minimum aynı şiddette değildirler. Alman osilogramlardan iki maximumun ortalaması olarak;

$$I_{max} = \frac{I_{max1} + I_{max2}}{2}$$

bir I_{max} akımı ve maximum akımın teşekkülü anındaki U_{min} gerilimi tespit edilir. Aranılan senkron enine reaktans,

$$X_q = \frac{U_{min}}{I_{max}}$$

tır

Yukarıda bahsedilen küçük kaymanın temini maksadıyla deney esnasında küçük gerilimlerle çalışılır. Dolayısıyla ölçülen kıymet reaktansın doymamış değeridir [9].

Metot b' (Maximum kapasitif yük deneyinden):

Senkron makina gerilimi sabit bir şebekede senkron kompensatör olarak çalıştırılır ve bu esnada ikazı yavaş yavaş kaldırılır. İkazsız durumda çekilen akımın (kapasitif yükün) X_a reaktansı için bir ölçü teşkil ettiğinden metot 1 b de bahsedilmişti. İkazın kutupları aksettirilerek senkron makina yavaş yavaş ters yönde ikaz edilmeye başlanır. Şebekeden çekilen kapasitif takat ve dolayısıyla stator akımı negatif ikaz ile birlikte artacaktır. Nihayet öyle bir an gelir ki, senkron kompensatör olarak çalışan makina senkronizmden düşer. Bu anadaki, yani maximum kapasitif gücün senkron

olarak verilebildiği durumdaki akımın değeri I_q [pu] ve uç geriliminin değeri de U [pu] olsun. Makinanın senkron enine reaktansı,

$$X_q = \frac{U}{I_q}$$

dır.

Teorik sebeplerden ötürü X_q nun bu metotla tâyin edilen değeri hakikî kıymetinden biraz büyüktür. Zira statik stabilite sınırı, sürtünme, havalandırma v.s. gibi boş çalışma kayıplarından dolayı senkron makinanın, polar diyagramdaki $1/X_q$ noktasına erişmeden senkronizmden düşmesine sebep olmaktadır [5] Boş çalışma kayıpları mevcut olmamış olsaydı, senkron makina negatif ikaz tesiriyle tam olarak negatif apsis eksenini üzerindeki $1/X_q$ noktasında senkronizmden düşecekti. Bununla beraber hatânın bir çok hallerde kabili ihmal olduğu tespit edilmiştir.

5. Hızlı geçici enine reaktans X''_q

Geçici bir olayın aniden zuhurunda makinanın ilk anda enine eksende gösterdiği reaktans X''_q dür Teorik olarak hiç bir amortisör sargısına veya aynı tesiri verecek tertiplere sahip olmayan senkron makinalarda,

$$X''_q = X_q$$

dır. Bunun dışında hızlı geçici enine reaktans değeri;

türbo makinalarda $(1,0 \dots 1,1) X''_d$
çıkık kutuplu amortisör sargılı mak. $(0,85 \dots 1,3) X''_d$
çıkık kutuplu masif kutup başlıklı mak. $(1,2 \dots 1,8) X''_d$

değerleri arasında değişir. Normal olarak masif kutup başlıkları her iki taraftan halka şeklinde iletken lamellerle bağlanmıştır.

Bu şekilde kutup başlıkları bağlantıları olmayan senkron makinalarda hızlı geçici enine reaktans değeri daha çok büyüyerek X''_j nün iki veya üç katı mertebesinde olabilir [6].

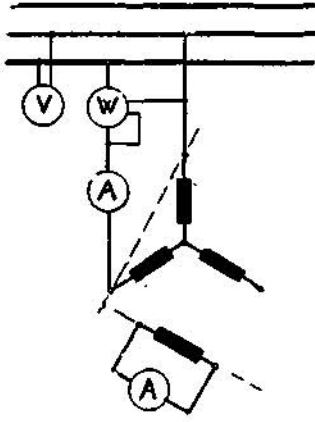
Metot a (Statik ölçü deneyinden):

Deneyin yapılış şekli metot 3b de verilmiştir. Yalnız bu sefer rotor döndürülerek ikaz devresinden takriben hiç bir akım geçmiyecek konuma getirilir (Şekil: 6). Bu konumda ölçülen reaktans hızlı geçici enine reaktansın iki mislidir.

$$X''_q = \frac{U}{2I}$$

Rotorun döndürülmesi imkân dahilinde değilse yine metot 3b de anlatıldığı şekilde tekrarlanacak üç tecrübeyle X''_q değeri tayin edilebilir. Bu sefer kullanılacak formül aşağıda verilmiştir.

$$X_q'' = \frac{X_{RS} + X_{ST} + X_{TR}}{6} \cdot \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{V} \cdot \frac{1}{X_{RS}^2} \cdot \left(X_{ST}^2 + X_{TR}^2 - X_{RS} X_{ST} - X_{ST} X_{TR} - X_{TR} X_{RS} \right)$$



(Şekil : 6) X_q'' edktansının duran maMnada q tâyin montajı

Metot b (İki fazlı sürekli kısa devre harmonik analizinden).

Deneyin yapılış tarzı metot 3c de anlatılmıştır. Orada verilen semboller dahilinde hızlı geçici enine reaktans,

$$X_q'' = \frac{1}{3} \cdot \frac{1+b}{1-b} \cdot \frac{U(1)}{I(1)}$$

formülü ile tâyin edilir.

6. Stator kaçak reaktansı X_{σ} ;

Stator kaçak reaktansı X_{σ} , senkron makinanın stator sargılarına ait olan kaçak akılarını karakterize eder ve değeri X_d'' den biraz küçüktür.

Metot a (Rotorsuz olarak yapılan reaktans ölçümünden) :

Rotoru çıkarılmış olan senkron makina statorundan beslenerek bu duruma ait stator reaktansı ölçülür. Bu reaktansın makinanın nominal sistemindeki boyutsuz kıymeti X_{σ} [pu] olsun. Deney esnasında tatbik edilen gerilim, devreden nominal stator akımı geçinceye kadar yükseltilir. Kolayca gösterilebileceği üzere bu durumda tatbik olunan gerilimin [pu] kıymeti aynı zamanda X_{σ} reaktansının da değeridir. Bu gerilim hem kaçak akıları ve hem de rotor boşluğunda teşekkül eden magnetik alanı karşıladığından, sırf kaçak reaktansı tâyin edebilmek için, ölçülen X_{σ}

değerinden rotor boşluğu hava alanına tekabül eden X_b reaktansının çıkarılması gerekir. X_b Reaktansı hesap yoluyla gayet doğru olarak bu sayfanın en altında verilen formül ile hesaplanır

Burada;

- w : Stator sargılarının faz başına sarım adedini,
- f_w : Stator sargılarının sargı faktörünü,
- f : Hz olarak frekansı,
- $2p$: Kutup adedini,
- L_{anker} : cm. olarak stator demir paketlerinin uzunluğunu,
- U : cm. olarak statordaki soğutma kanallarının uzunluğunu,
- T_p : cm. olarak kutup adımını,
- I_n : Amp. olarak nominal stator akımını,
- U : Volt olarak nominal gerilimi

ifadeⁿ etmektedirler.

Aranılan kaçak reaktansın [pu] kıymeti,

$$X_{\sigma} = X_d'' - X_b$$

dir [7].

7. Potier reaktansı X_p :

İlk defa Potier tarafından tariflenen bu reaktans belirli bir yük durumunun gerektirdiği ikaz akımının yaklaşık hesabında kullanılır. Metoda ait malûmat literatürde mevcuttur [2], [9]. Yapılan tecrübeler X_p ile X_{σ} ve X_d' arasında sıkı bir münasebetin mevcudiyetini ortaya koymuş bulunuyor. Tecrübi istatistiklere göre X_p nin,

$$X_p = 0,8 X_{\sigma}$$

veya

$$X_p = X_{\sigma} + 0,63 (X_d' - X_{\sigma})$$

formülleri ile hesaplanması gayet iyi neticeler vermektedir [16]. Bazı yönetmeliklerde buna muadil olarak,

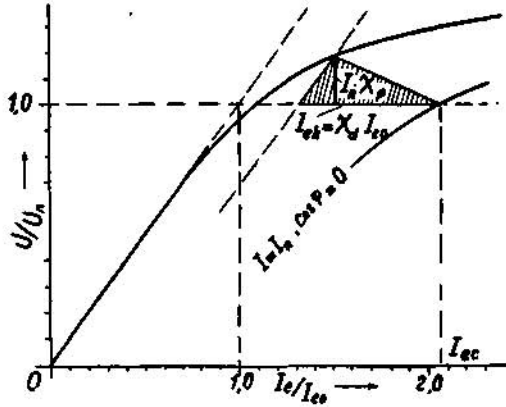
$$X_p = k X_{\sigma}$$

formülü tavsiye edilir ve k değerleri muhtelif haller için bir tablo halinde verilir [8] k Değeri üzerinde yeni bir revizyon yapıldığından burada verilmemesi uygun görülmüştür.

Metot a (İndüktif yük, boş çalışma ve kısa devre karakteristiklerinden):

Boş çalışma karakteristiğinin çıkarılmış olduğunu ve kısa devre deneyinden de üç fazlı

$$X_b = \frac{I_n}{U_n} \cdot \frac{1}{6,63} \cdot \left(\frac{W \cdot f \cdot V}{100} \right)^2 \cdot \frac{1}{50} \cdot \frac{1}{2p} \left(L_{anker} - 0,5L_{st} + \frac{1}{6}T_p \right)$$



(Şekil : 7) Potier Redktansının tâyini

sürekli kısa devre akımının nominal akıma eşit olduğu durumdaki I_{ek} ikaz akımının tâyin edildiğini kabul edelim (bak. metot 1a). Nominal geriliminde çalışan senkron makina $\cos 0 = 0$ şartı yerine gelecek şekilde indüktif akımla yüklenir. İndüktif akımın, makinanın nominal akımına eşit olduğu andaki ikaz akımı I_{ec} yapılacak bir deneyle tespit edilmiş olsun. Şekil: 7 de verilen basit konstrüksiyona dayanarak X_p reaktansı tâyin edilir. Şekilden gayet kolaylıkla anlaşıldığı için bu konstrüksiyon üzerinde daha fazla durmuyoruz.

8. Ters reaktans X_q :

Kendi dönüş yönünün aksi istikametinde dönen bir döner alan veren gerilim sistemine karşı senkron makinanın göstermiş olduğu impedansın imaj iner kısmına ters reaktans adı verilir. Diğer bir cümle ile, simetrlili birleşenlerden ters bileşene karşı senkron makinanın gösterdiği reaktans X_q dir. Bilhassa denksiz işlemlere ait problemlerde bu reaktans büyük bir önemi haizdir.

Eşdeğer şemalar üzerinden teorik olarak gayet kolaylıkla gösterileceği gibi, X_d ile X_q ve X_q reaktansları arasında

$$X_2 = \frac{1}{2} (X_d + X_q)$$

yaklaşık bağlantısı mevcuttur. Bazı teorik düşüncelerle bu yaklaşık bağlantının,

$$X_2 = \sqrt{X_d \cdot X_q}$$

şeklinde verilebileceği haller de vardır. IEC komisyonunun son 2G(Secretariat) 3-1960 yazısındaki teklifinde bu husus etüt edilerek yuvarlak kutuplu makinalar için ilk ifade ve çıkık kutuplu makinalar için de ikinci ifade tavsiye edilmektedir. Konuya ait teorik izahlara, mevzu dışı olduğu için burada temas edilmeyecektir.

Metot a (Ters yönde döner alan deneyinden):

Senkron olarak çalışan makina, döner alanının yönü rotorun dönüş yönünün zıttı olan denkli bir gerilim sistemi ile beslenir. Stator-dan geçen akımın şiddeti nominal akımın üzerine çıkmaması için tatbik edilen gerilimin küçük olmasına dikkat edilir. Bu gerilim takriben (0,02 ... 0,15) U_n mertebesindedir. Tecrübe esnasında ikaz sargısı kendi üzerine kısa devre edilmiş olmalıdır. Tatbik edilen gerilim sistemi, senkron makina için $s = 2$ kaymalı ters bir gerilim sistemidir ve dolayısıyla makinanın bu gerilim sistemine karşı gösterdiği impedans Z_2 olacaktır.

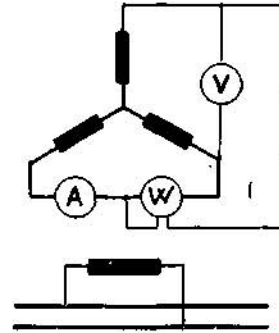
Deney esnasında senkron makinanın çektiği aktif güç P_2 [pu], ortalama akım I [pu] ve tatbik edilen ortalama gerilim U [pu] ise •

$$Z_2 = \frac{U}{I} \quad \text{pu.}$$

$$X_2 = \sqrt{Z_2^2 - P_2^2} \quad \text{pu.}$$

dır. Elde edilen değer X_2 nin doymamış kıymetidir.

Metot b (İki fazlı sürekli kısa devre deneyinden) :



(Şekil 8) İki fazlı sürekli kısa devre deneyinden Z_2 impedansının tâyini

Senkron makina, şekil: 8 de görüldüğü tarzda iki fazlı sürekli kısa devre deneyine tâbi tutulur. Kısa devre edilen uçlarla açık kalan uç arasındaki gerilim U ve sürekli kısa devre akımı I ise aranan ters reaktans yaklaşık olarak,

$$X_2 = \frac{U}{3 I}$$

dır. Ölçümün daha hassas yapılması arzu edildiği taktirde bağlanacak bir wattmetre ile P gücü de ölçülür. X_2 nin hakikî kıymeti, yakardaki ifade ile elde edilenden biraz küçük olarak,

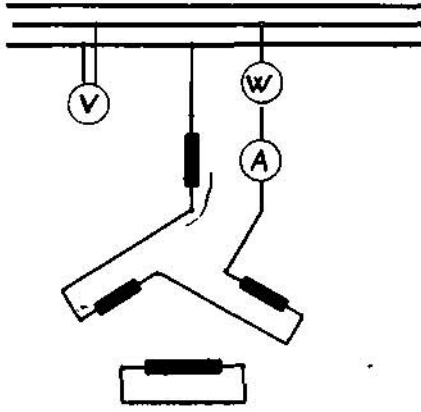
$$X_s = \frac{P}{3 I^2}$$

eşitliği ile bulunur [7], [9]. Metot, X_s nin doymamış değerini verir.

9. Sıfır reaktansı X_0 ;

Simetrlili bileşenlerden sıfır bileşenine karşı senkron makinanın gösterdiği impedansın imajiner kısmı sıfır reaktansı adı ile tanılır. Sıfır reaktansının değeri stator sargılarının kutup adımına çok bağlıdır. 2/3 kısaltılmış adımda X_0 'ın değeri en küçük olup takriben $X'd$ /6 mertebesindedir. % 83 kısaltılmış normal sargılarda ise bu kıymet yaklaşık olarak $X'd$ /3 civarında bulunur [7].

Metot a (Aynı yönde seri bağlı 3 stator sargısının tek fazlı beslenmesinden):



(Şekil 9) Z Impedansının t&yini

Senkron makinanın stator sargıları şekil: 9 da görüldüğü tarzda aynı bir sıra dahilinde seri bağlanır ve U gerilimi ile beslenir. Deney sırasında ikaz sargısı kendi üzerine kısa devre edilmiş olmalıdır. Rotorun dönmesinin veya durmasının deney üzerine bir tesiri yoktur. Tatbik edilen U gerilimi çok küçük değerlerden başlamak üzere, devreden geçen I akımı, stator akımının nominal değerini alıncaya kadar yükseltilir. Aşağıdaki ifadeyle bulunacak sıfır impedansının

$$Z_0 = \frac{U}{3 I} \quad \text{pu.}$$

imajiner kısmı aranılan X_0 reaktansıdır.

Deney esnasında çekilen P_0 aktif gücü ölçülür. P_0 , ölçülen gücün, makinanın nominal görünür gücüne bölünmesi suretiyle bulunacak [pu] kıymetini gösterdiğine göre;

$$Z_0 = \sqrt{Z^2 - K}$$

dır [7], [9].

B — Omik dirençler

Omik dirençlerin değerleri sargı sıcaklığına çok bağlıdır. Bu bakımdan aşağıda bahsolunacak bütün dirençlerin ölçülen kıymetleri verilirken bu değerin hangi sıcaklıkta ölçüldüğünün bildirilmesi gerekir. Dolayısıyla direnç ölçümü ile birlikte sıcaklığına da ölçülmesi zaruridir.

10. Stator omik direnci R_0 :

Stator sargılarının doğru akıma karşı gösterdikleri dirençtir.

Metot a (Doğru akımla direnç ölçümünden):

Basit bir köprü montajı ile veya hazır onu metrelerle sargıların direnci ölçülür. Bu ölçümün Ohm olarak değerinin makinanın birim impedansına oranı, R_0 nin pu kıymetini verir.

11. Efektif stator omik direnci R:

Stator sargıları alternatif akıma karşı paragraf 10 da bahsedilen R_0 direncinden çok daha büyük bir direnç gösterirler. İletkenlerdeki akım yığılması olayı ve kaçak alternatif akımların muhtelif kapalı devrelerde husule getirdikleri aktif kayıplar bu yükselmenin ana sebeplerindedir. Efektif stator omik direnci küçük makinalardan büyüklere doğru gidildikçe küçülür ve normal olarak orta ve büyük güçlü senkron makinalarda 0,002 ... 0,010 pu arasında bulunur. 100... 500 kVA lik küçük generatörlerde ise bu sınır 0,015... 0,025 mertebesindedir

Metot a (Kısa devre deneyinden):

Sürekli kısa devre deyinde muhtelif ölçü metotları ile kısa devre aktif gücü tayin edilir. Bu gücün kısa devre akımının nominal akım değerine vasıl olduğu andaki kıymetinin, makinanın nominal gücüne oranı efektif stator omik direncinin pu değeridir

12 Ters omik direnç R_2 :

Simetrlili bileşenlerden ters bileşene karşı senkron makinanın gösterdiği impedansın reel kısmı olarak tariflenir

Metot a (Ters yönde döner alan deneyinden):

Metot 8 a da anlatıldığı şekilde yapılan deneyde ölçülen P_2 gücünün [pu] kıymeti aynı zamanda R_2 direncinin de [pu] kıymetidir.

13. Sıfır omik direnci R_0 :

Senkron makinanın simetrlili bileşenlerden sıfır bileşenine karşı gösterdiği impedansın reel kısmı R_0 olarak tarif edilir .

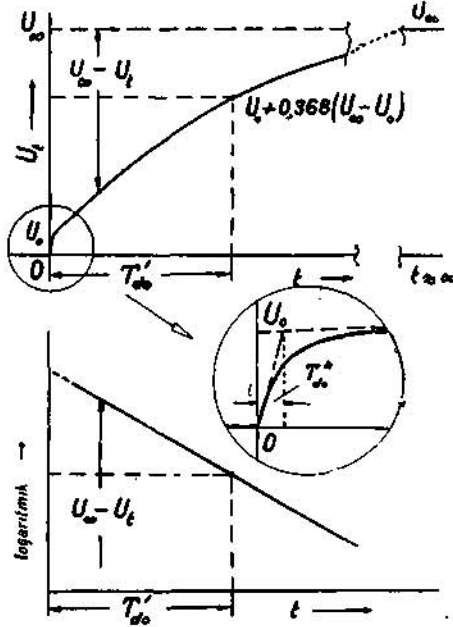
Metot a (Aynı yönde seri bağlı 3 stator sargısının tek fazlı beslenmesinden):

Metot 9 a da verilen deneyde ölçülen P_0 gücünün [pu] kıymeti aynı zamanda R_0 direncinin [pu] kıymetidir.

kiymetine eriştiği ana kadar geçen zaman T''_{do} dır.

16. Boyuna eksenin açık devre hızlı geçici zaman sabiti T''_{do} :

Paragraf 15 te bahsedilen iki zaman sabitinden 1/100 saniye mertebesindeki kk zaman



(Şekil : 11)  fazlı sürekli kısa devrenin kaldırılması halinde gen dönen stator gerilimi

sabiti T''_{do} olarak isimlendirilir. T''_{do} 'nin saniye olarak kiymeti,

tiy-bo makinalarda 0,015 - 0,06 saniye
ıkık kutuplu makinalarda 0,015 . . . 0,10 saniye sınırları arasında bulunur. Paragraf 18 de verilecek olan $T'd$ ile T''_{do} arasında,

$$T_L = \frac{X'_d}{X_d} \cdot T'_d$$

yaklaşık bağlantısı mevcuttur. Bu ifadede bütün değerlerin hepsinin ya doymuş veya doymamış kiymetler olmasına dikkat etmek lâzımdır. Verilen bu formül $T'do$ 'nin tâyini için tavsiye edilir, zira aşağıda verilecek metotlar hassas lme pek müsait değildir.

'Metot a (Boş alışan makinada ikaz sargısının anı kısa devresinden):

Deneyin yapılış tarzı metot 15 a da verilenin aynıdır. Fakat bu sefer osilogram kğının hızı çok byltlerek başlangıç kısmının detaylı olarak osilogramı alınır. Makinanın uç geriliminin ilk başlangıçtaki U_n değerinden, metot

15a da bahsedilen U_0 değerine, T''_{do} zaman sabitini haiz bir e-Fonksiyonu ile dşuş bu osilogramda görülecektir (Şekil: 10). ($U_t - U_0 >$ farklarının yan logaritmik bir eksen sisteminde çizilmesi suretiyle elde edilecek doğrudan, aranılan $T''do$ zaman sabiti tâyin edilir.

Metot b ( fazlı kısa devrenin anı kaldırılmasından):

Ana hatları itibarıyla metot 15b nin aynıdır. Bu sefer ilk anların, yani gerilimin sıfırdan, U_0 değerine olan yükselişinin detaylı osilogramı alınır (Şekil: 11). ($U_t - U_0$) farklarının yarı logaritmik bir eksen sisteminde çizilmesiyle elde edilecek doğrudan evvelce anlatıldığı Şekilde zaman sabiti tâyin edilir.

17. Boyuna eksenin geçici zaman sabiti T'_d :

Stator sargıları kısa devre edilmiş bir senkron makinada vuku bulacak geçici bir olayın boyuna eksenindeki bileşenleri genel olarak  zaman sabiti tesiri altında cereyan eder. Bunlardan bir tanesi doğru akım komponentlerine aittir T_a . Diğer iki zaman sabitinden büyük olanı, yani diğer bir deyimle geçici olayın cereyanındaki en bariz zaman sabiti T'_d olarak tarif edilir. T'_d nin değerleri muhtelif olup,

türbo makinalarda 0,5 . . . 1,0 saniye
ıkık kutuplu makinalarda 0,8 . . . 2,0 saniye

arasında değişir. 100 . . . 500kVA lik kk dizel generatör gruplarında T'_d nn kiymeti daha da kktr (0,2... 0,4 saniye).

T'_d zaman sabitinin kiymeti çok iyi bir yaklaşıklıkla aşağıdaki ifadeden de hesap edilebilir.

$$T'_d = \frac{X'_d}{X_d} T''_{do}$$

Metot a ( fazlı anı kısa devre osilogramlarının analizinden).

Deneyin yapılış Şekli ve osilogramların analizi Metot 2a da verilmiştir Şekil 3a da çizilen doğru üzerinde ordinatı 0,368. ^A' olan noktaya ait zaman, aranılan $T'd$ nn saniye olarak değeridir [9].

18. Boyuna eksenin hızlı geçici zaman sabiti T''_{do} :

Paragraf 17 de bahsedilen geçici olaylarda kk değerdeki zaman sabiti, yani diğer bir deyimle geçici olayın en başta, çok hızlı olarak cereyan ettiği andaki zaman sabiti T''_d dir. Daha doğru ifade edilmek istenirse, T''_d hızlı geçici komponentlerin zaman sabiti olarak tarif edilebilir.

Senkron makinalarda T''_d den daha kk bir zaman sabitine normal olarak rastlanılmaz- T''_d nn kiymeti, amortisör sargısının kötü veya iyi

oluşuna göre yarım ilâ üç periyot arasında değişir.

Metot a (üç fazlı anî kısa devre osilogramlarının analizinden):

Metot 2a da verilen deney ve osilogramların analizinden aynen istifade edilir. Şekil: 3 te B doğrusu üzerinde ordinatı $0,368 \cdot A$ olan noktanın apsisi, aranılan T''_d zaman sabitinin saniye olarak kıymetidir [9].

19. Stator sargılarının doğru akım zaman sabiti T_a :

Bir geçici olayda doğru akım komponentine ait zaman sabiti T_a dır. Teorik düşüncelerle T_a nın yaklaşık olarak,

$$T_a = \frac{X_2}{R_g} \cdot \frac{1}{2 \pi f} \text{ saniye}$$

formülü ile hesaplanabileceği gösterilebilir. Burada X_2 ve R_g [pu] değerlerdir. T_a nın değeri muhtelif olup normal olarak $0,1 \dots 0,6$ saniye arasında değişir. Bu kıymet senkron motorlarda daha da küçülerek T''_d nertebesinde olabilir [2], [5].

Metot a (Üç fazlı anî kısa devre osilogramlarının analizinden):

Deney metot 2a da verildiği tarzda yapılır; Şekil: 2 den kolaylıkla takip edilebileceği gibi, normal olarak her bir faza ait kısa devre akımlarının orta çizgisi sıfır ekseninden farklı bir konumdadır. Herhangi bir t anındaki iki eksen arasındaki fark B_1 olsun. B_1 nin zamana göre olan değişimi, yarı logaritmik bir sistemde çizilecek olursa, kendisinin bir e-fonksiyonu olması sebebiyle, bir doğru elde edilir (Şekil: 2 de C doğrusu). Bu doğru üzerinde ordinatı, $t = 0$ anındaki başlangıç ordinatının $0,368$ katı olan noktaya ait zamanın saniye cinsinden değeri T_a yi verecektir [9].

Her bir faz akımından yukarıda anlatıldığı şekilde tâyin edilecek T_a kıymetleri, bazı sebepler dolayısıyla birbirinin aynı olmayacaktır. T_a için bu üç değerlerin ortalamasının alınması gerekir.

20. Enine «ksenin (açık devre) zaman sabiti T''_{q0} (•)

Boyuna eksen ile olan sembol paralelliğini korumak maksadiyle mevzubahis zaman sabiti

(•) Enine eksene ait zaman sabitelerinin tâynini için literatürde tavsiye edilecek bir metod yoktur. Bununla beraber T''_{q0} nün ve yukarıdaki formül yardımıyla da T''_{q0} nün tâyninde çok kolaylıkla tatbik edilebilecek bir metod üzerinde müellif tarafından çalışılmış olup, elde edilen neticeler ve metodun kendisi «Elektrotechnik und Maschinenbau» mecmuasında «Eine Methode zur Bestimmung der Querachsengrößen von Synchronmaschinen» adı altında yakında çıkacaktır.

yukarıdaki tarzda isimlendirilmiştir ve formüle edilmiştir. Esasında bu büyüklük enine eksenindeki amortisör sargısının zâti zaman sabiti T_Q dan başka bir şey değildir. T''_{q0} ün kıymeti, amortisör sargısının tıp, şekil ve yapılışına göre çok küçük değerlerden T_D kıymetine kadar muhtelif değerler alabilir.

21. Enine eksenin (kısa devre) zaman sabiti T''_{q0} (•) :

Boyuna eksenindeki T''_d büyüklüğüne karşılık olarak enine ekseninde T''_{q0} zaman sabiti tarif edilir. T''_{q0} ile T''_{q0} zaman sabitleri arasında;

$$T''_{q0} \sim \frac{X''_1}{X_1} T''_{q0}$$

bağlantısı mevcuttur.

22. Amortisör sargısının boyuna eksenindeki zâti zaman sabiti T_D :

T_D zaman sabitinin değeri çok muhtelifdir, kuvvetli amortisör sargısı olan çıkık kutuplu makinalarda T_D nin değeri $0,2 \dots 0,4$ saniye arasında bulunur. Ancak anormal olarak bazı özel tip türbo makinalarda T_D nin $1 \dots$ saniye civarında olabildiği de müşahede edilmiştir.

Metot a (Hızlı olarak ikazdan düşürme deneyinden):

Senkron olarak boşa çalışan makina, ikazına aniden ters bir gerilim tatbik edilmek suretiyle ikazdan düşürülme deneyine tâbi tutulur ve bu arada stator geriliminin osilogramı alınır. Tatbik edilen sabit değerdeki ters gerilimin tesiri altında en başta pozitif yöndeki değerinden başlamak suretiyle küçülerek sıfır olacak ve tekrar negatif yönde artarak, tatbik edilen ters gerilime tekabül eden statik değerine erişecektir. İkaz akımının sıfırdan geçişi esnasında bir şalter veya ventil ile ikaz devresi açılır. Bu anda bir miktar akı, makina içerisine boyuna ekseninde mevcuttur. Başka hiç bir kapalı devrenin kalmamasının bir neticesi olarak bu akı ve bu akıya tekabül eden stator gerilimi, amortisör sargısının T_D zaman sabiti ile düşmeye devam edecektir. Bu düşüşün osilogramından evvelce anlatılan tarzda T_D zaman sabiti tâyin edilir.

23. İkaz sargısının zâti zaman sabiti T_f ;

İkaz sargısının zâti zaman sabiti T_f in deney yoluyla tâynine imkân yoktur. Zira boyuna eksen üzerinde her an mevcut olan amortisör sargısı her deneye tesir edecektir. T_f in değeri evvelce bahsedilen T_D o mertebesinde olup ondan biraz büyüktür

T_f Zâti zaman sabitinin hesap yoluyla tâynini için aşağıdaki formül tavsiye edilir:

$$\frac{P_n}{2 - \gamma, f - P_{eo} (X_d - X'_d)} \text{ saniye}$$

Burada;

P_n makinanın nominal gücünü kVA olarak

P_{eo} boş çalışan makinanın nominal gerilimine tekabül eden hava aralığı ikazına ait ikaz devresi gücünü kW olarak,

f Hz olarak frekansı (50 veya 60), göstermektedir. İfade X_d ve X'_d değerleri pu cinsinden yerleştirilmelidir [4].

L İ T E R A T Ü R

- 1 — R. H. Park : Two - Reaction Theory of Synchronous Machines Generalized Method of Analysis. A.I.E.E. Transactions Bd. 48 (1929) s. 716-727.
- 2 — Th. Laible : Die Theorie der Synchronmaschine im nichtstationären Betrieb. Springer - Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1952.
- 3 — Chr. Concordia : Synchronous Machines. New York 1951.
- 4 — M. Canay : Allgemeine Theorie der Synchron- und Asynchron - maschinen in der Operatör - Matrix - Darstellung. Archiv für Elektrotechnik Bd. 76 (1961) H. 2 s. 83-102.
- 5 — M. Canay : Senkron makina akım diyagramının çizimi, statik ve dinamik stabilite sınırlarının tâyini. Elektrik Mühendisliği Mecmuası 2 (1958) 21 s. 28-32.
- 6 — Th. Laible : Die Reaktanzen und andere Konstanten der Synchronmaschine Bulletin Oerlikon 300 (1953).
- 7 — W. Nürnberg : Die Prüfung elektrischer Maschinen. Springer-Verlag Berlin/Göttigen/Heidelberg 1959.
- 8 — SEV : Regeln für elektrische Maschinen. SEV Publ. Nr. 188.
- 9 — A I E E : Test Code for Synchronous Machines. AIEE Publ. Nr. 503 (1945).
- 10 — K. F. Dalton, A.W.W. Cameron: Simplified Measurement of Subtransient and Neg. Seq. Reactances in Salient-P. Syn. Mach. AIEE Transactions 71 (1952) 3 s. 752-757.
- 11 — Ch. Jain : Die Definition, Berechnung und experimentelle Ermittlung der verschiedenen Zeitkonstanten einer Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen. E. u. M. Bd. 75 (19) 22 s. 617 - 625.
- 12 — K. P. Kovacs : Transiente Vorgaenge in Wechselstrommaschinen. Akademischer-Verlag Budapest 1960.
- 13 — A. Hochreiner : Symmetrische Komponenten in Drehstromsystemen. Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1957.
- 14 — C. Concordia, F. J. Maginniss : Inherent Errors in the Determination of Synchronous-Maschine Reactance 'by Test. AIEE Transactions 64 (1945) s 288 - 294. -
- 15 — St. Matena : Elektrotechnicky Obzor 41 (1952) s. 22.
- 16 — St. Beckwith : AIEE Transactions 56 (1937) s. 813.