

Böylece, Türkiye'deki, ve bir misal olmak üzere, Amerika Birleşik Devletlerindeki durumu kısaca gördük. Tarihi durum incelenince görülmüyor ki bu baş döndürücü ilerleme ve sür'at devrinde dünyadan 50 yü gerideyiz. Ayrıca, 1937 Telsiz Kanunu yürürlükte bulunmasına rağmen bazı maddeler, tatbik kabiliyetlerinin bile bulunmaması yüzünden ismi var- cismi yok duruma düşmüştür. Birinci maddenin sarahatine rağmen, bazı yabancı elçiliklerin bile alenen telsiz cihazları kullandıklarını görüyoruz. Bu durumda kanunun, ancak iyi niyetli Türk amatörüne karşı yasak koyucu bir duruma düştüğü görülmektedir. Tahsislerin yapılma şekli hakkında muayyen bir tüzük olmadığındañ resmi

dairelere ait telsizlerin bazan çatıştıkları bile müşahede edilmektedir. Gençlerimizin harçlıklarından arttırdıkları üç-beş kuruşla monte etmeye çalıştıkları bir kulaklıklı alıcıdan bile iki lira ücret alınmasını âmir bir kararname elbette ki tatbik edilemeyecektir. Bütün aksaklıkların sebepleri, daha fazla izahı lüzumsuz kılacak şekilde, açıktır. Telsiz Kanununun değiştirileceğine ait havadislerin yine duyulmağa başladığı şu günlerde, Türkiye'yi, başka memleketlerde serbest bırakılmak değil, bilhassa teşvik edilmekte olan radyo amatörliğünün artık yasak olmadığı bir ülke olarak görmeyi ummaktayız.

UDK: 621.313.322: 621.317

## Hirfanlı Santralî Âlternatör Testleri

Hazırlayanlar :

Fikret ÖNCEL  
Y. Müh. - D. S. İ.

Nihat TAYLAN  
Y. Müh. - E. E. İ.

I — Genel:

Memleketimizde şimdiye kadar kurulan enerji tesislerinde teslim alma testlerinin gayet sahî yapıldığı ve bunun neticesinde işletme elemanlarının çok zaman müşkül durumlara düştüğü malumdur. Hirfanlı Santralının kabulünde ise ilk defa olarak aşağı yukarı bütün değerleri veren komple bir âlternatör testi yapılmış bulunmaktadır. Meslektaşlarımıza bu testler hakkında malûmat vermeyi faydalı buluyoruz.

Testlerin detaylarına geçmeden önce Generatör karakteristiklerini Sarıyar Santralınıninkilerle birlikte veriyoruz:

Bu değerler müşavir firmaların imalatçı firmalardan talebetmiş oldukları spesifikasyon değerleridir.

II — Testler Hakkında Genel Bilgi :

Testler hakkında vereceğimiz genel bilgiyi iki kısımda mütalâa edeceğiz:

a) Yapılan testler :

- 1) Armatür ve alan sargılarının dirençlerinin ölçülmesi (Her üç generatör için).
- 2) Açık devre karakteristiği (Her üç generatör için).
- 3) Kısa devre karakteristiği (Her üç generatör için).

Santral	Gen. adedi	Güç KVA.	CosP	Devir d/d	Gerilim KV.	Kısa devre oranı	İkaz Uyarı oranı san-1	GD8 Kgm <sup>^</sup>	To San.	% X Kendi takat Bazında				
										X <sub>d</sub>	X <sub>;</sub>	X <sub>;</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>0</sub>
Hirfanlı	3	46.000		187,5	10,6 + 5%	1.0	0,7	3.194.100 (241.670t)	5,4	102,5	29	21	30	12
Sarıyar	2	44,444		187,5	13,8 + 5%	1.1	1,67	7.400.000	9,5	87	25	20	23	67

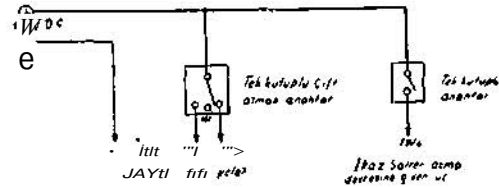
- 4) Dalga şekli testi (Generatör n için.)
  - 5) İki kutuplu devamlı kısa devre (Generator İÜ için).
  - 6) Fren zamanı (Her üç generatör için).
  - 7) Reosta tam hareket zamanı (Her üç generatör için);
  - 8) Telefon girişim faktörü (Her üç generatör için).
  - 9) Üç kutuplu ani kısa devre (Generatör n için).
  - 10) İki kutuplu ani kısa devre (Generatör II için).
  - 11) Dalton ve Cameron (Generatör II için).
  - 12) Açık delta (Generatör n için).
  - 13) Randıman testi:
    - a) Senkron motor çalışması (Generatör II için).
    - b) Yavaşlama testi (Generatör II için).
  - 14) Isınma çalışması (Generatör II için).
  - 15) Aşırı hız (Her üç generatör için).
  - 16) Alan düşürme rölesi testi (Her üç generatör için).
  - b) Bu testlerden hesaplanan karakteristik değerler ise şunlardır •
    - 1) Açık devre karakteristiği.
    - 2) Kısa devre karakteristiği.
    - 3) Telefon girişim faktörü
    - 4) Kısa devre oranı (açık ve kısa devre karakteristiği testlerinden).
    - 5) Doğru eksen senkron reaktansı (açık ve kısa devre karakteristiği testlerinden).
    - 6) Armatür ve alan sargıları dirençleri.
    - 7) Tam devirden fren tatbikine ve durdurmaya kadar geçen zaman (Fren zamanı testi).
    - 8) İkaz reostasının tam hareketi için geçen zaman (Reosta tam hareket zamanı testi).
    - 9) Sıfır reaktansı (Açık delta testi).
    - 10) Ters reaktans (İki kutuplu devamlı kısa devre veya iki kutuplu anî kısa devre testleri).
    - 11) Doğru ve enine eksen başlangıç (\*) (Subtransient) reaktansları (Dalton ve Cameron testi).
    - 12) Rotor ısınması analizi (Isınma testi)
    - 13) Stator ısınması analizi (Isınma testi).
- (\*) Subtransient reaktans için, E. M. M. 54 - 55 de Doç M. CANAY'ın teklif ettiği «Hızlı geçici reaktans» in daha uygun olduğu kanısındayız.

Yayın Kurulu

- 14) Sürtünme ve vantilasyon kayıpları (Randıman testi).
- 15) Stator demir kayıpları (Randıman testi).
- 16) Stator FR kayıpları (Randıman testi).
- 17) Rotor  $I^2R$  kayıpları (Randıman testi).
- 18) İkaz kayıpları (Randıman testi).
- 19) Toplam kayıplar (Randıman testi).
- 20) Randıman (Randıman testi).
- 21) Doğru eksen geçici (Transient) ve başlangıç (Subtransient) reaktanslar (3 kutuplu ani kısa devre testi).
- 22) Dalga şekli (Armonik) analiz (Dalga şekli testi).

Testler A.I.E.E. standardına uygun olarak yapılmıştır. Test okumaları Müttehhit English Electric Firması test personeli tarafından D.S.I. Müşahitlerinin nezaretinde yapılmış ve föyler her iki tarafça imzalanmak sureti ile 3 nüsha olarak tanzim edilmiştir. Osilogramlar Hirfanlıda banyo edilmekle beraber teksir imkânları bulunmadığından D.S.I.'ne verilememiş ve firma tarafından test neticeleri ile birlikte bilâhare yollanmıştır. Testler için bağlantılar her test için ayrı ayrı gösterilecektir. Ancak kumanda devreleri üzerinde yapılan değişiklikleri bir fikir vermek gayesi ile bu kısımda zikretmeyi faydalı bulduk.

Testler için bir kumanda masası konulmuştur. Bu masa üzerindeki anahtarlar ve bağlantılar şu şekildedir:



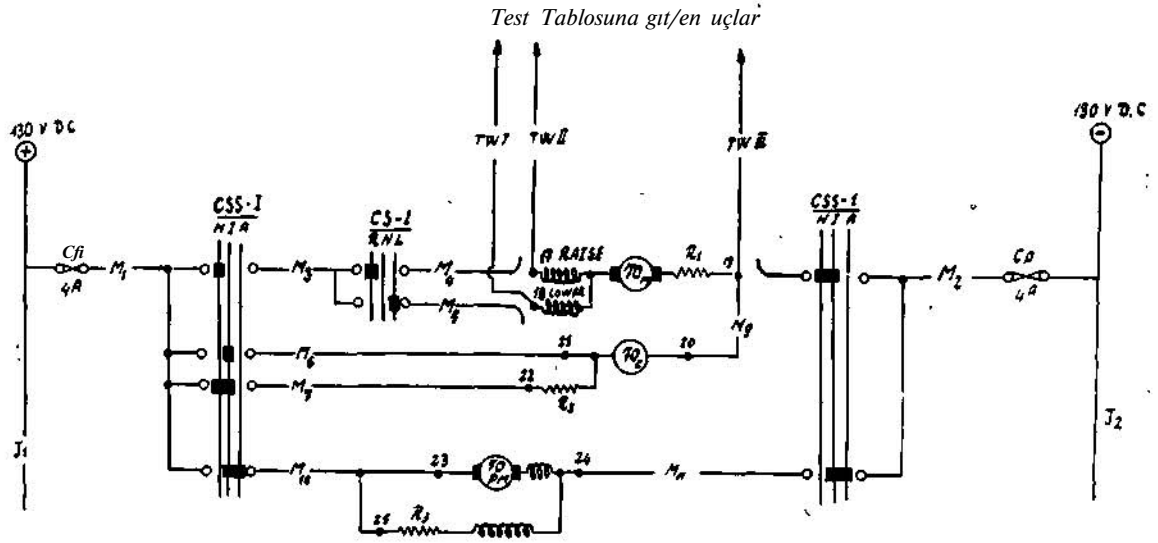
(Şekil: 1)

Şekilden de görülebileceği üzere ünitenin gerilim regülâtörüne ve ikaz şalterine kontrol masasından kumanda edilmektedir. Bunu temin için O.V.R. alan şalteri kontrol devresine yapılan ilâveler Şekil 2 ve 3 de gösterilmiştir.

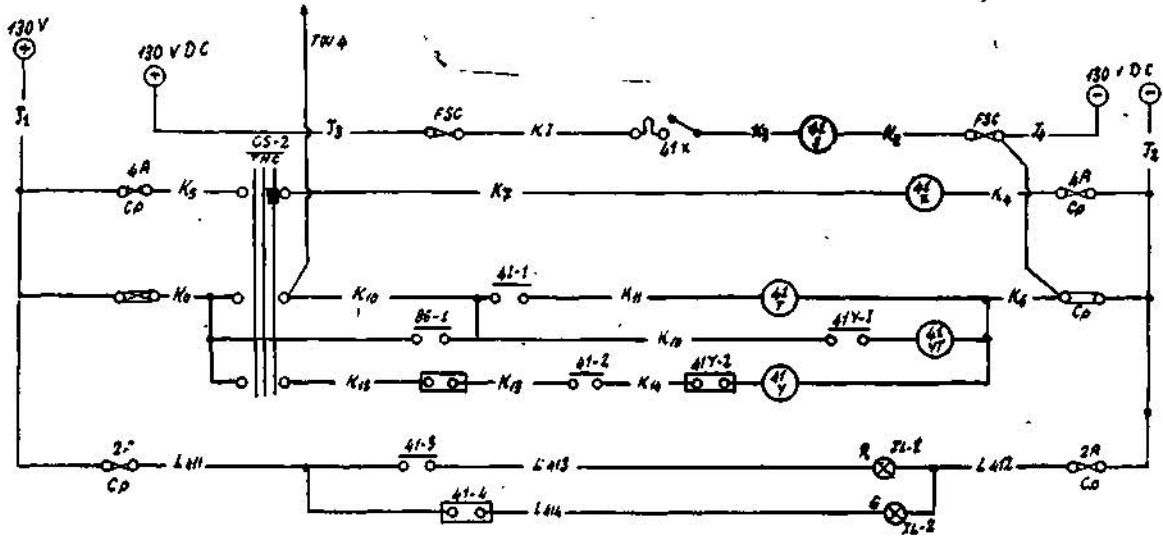
Kontrol masası üzerinde ayrıca anî kısa devre deneylerinde kullanılan kısa devre şalterinin kumanda anahtarında bulunmaktadır.

### III — Testler.

Okuyanlara kolaylık olmak üzere bu fasılda yapılan testlerle birlikte karakteristiklerin hesaplanmasını, gerekirse neticeler hakkında düşündüklerimizi ve karakteristik değer hakkında



(Şekil: 2)



(Şekil: 3)

muhtasar bir bilgiyi bir arada vermeye çalışacağız.

1 - Armatür ve alan sargularının dirençlerinin ölçülmesi.

Bu test'te stator sargıları için Kelvin çift köprüsü ve rotor sargıları için Voltmetre - Ampermetre metodları kullanıldı. Test neticesinde okunan ve hesaplanan değerler şöyledir:

	Stator		
	Gen. I	Gen. II	Gen. III
A Fazı	0.009 076o	0.008 900a	0.008 957o
B Fazı	0.009 065a	0.008 908n	0.008 952a
C Fazı	0.009 073«	0.008 890a	0.008 968a
Ortalama sıcaklık	11.7 °C	11.1 °C	10,3°C

	R o t o r								
	Gen. I			Gen. II*			Gen. İli		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Volt	3.685	3.68	3.685	3.00	2.99	2.89	3.83	3.825	3.825
Amper	27.0	27.0	27.1	22.0	21.9-	21.1	28.25	28.25	28.25
Direnç	0.1364	0.1363	0.1360	0.1362	0.1364	0.1369	0.1355	0.1352	0.1352
Ortalama	0.1362			0.1365			0.1353		
Ortalama sıcaklık»	11.8 °C			11.3 °C			10.2 °C		

## 2 — Açık devre karakteristikleri:

Bu deneyler magnetik devre özellikleri ile boştaki kayıpların tâyinini temin maksadı ile yapıldı. Deney esnasında generatör uçları açık tutularak gerilim, frekans ve devir sayısı nominal değerlerine getirildi, ikaz akımı azar azar artırılarak generatör uçlarındaki gerilim ve devir sayısı kaydedildi. İkaz akımının artırılma-

sına generatör uç gerilimi nominal değerinin % 124 üne yükselineye kadar devam edildi.

Bu testler için 11000/110 oranında hususi olarak imâl edilmiş etalon voltaj transformatörleri kullanıldı ve çıkış gerilimleri terminallere direkt olarak bağlanan bu voltaj transformatörlerinin sekonderlerinden, etalon voltmetrelerle ölçüldü. İkaz akımı içinde gene etalon bir ampermetre kullanıldı. Her üç ünite için okunan değerler şöyledir:

### Açık Devre Karakteristikleri

Ünite I :

Tarih: 19 Mart 1960

Hat Gerilimi		İkaz Akımı	
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki
$K = x 100$		$K = x 2$	
31.0	3100	67.5	135.0
40.0	4000	86.0	172.0
51.0	5100	111.0	222.0
61.0	6100	133.0	266.0
72.6	7260	161.0	322.0
79.7	7970	178.0	356.0
89.3	8930	204.0	408.0
98.3	9830	231.0	462.0
105.8	10580	255.0	510.0
112.0	11200	281.0	562.0
121.5	<b>12150</b>	326.0	652.0
131.0	<b>13100</b>	392.0	782.0

Ünite II :

Tarih: 18 Şubat 1960

Hat Gerilimi		İkaz Akımı		Hız 187.5/188.0 D/Dak.
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki	
$K = x 100$		$K = x 10$		
31.9	3.190	13.2	132.0	
40.0	4.000	17.2	172.0	
51.0	5.100	22.5	225.0	
62.0	6.200	27.8	278.0	
70.0	7.000	31.5	315.0	
80.0	8.000	36.5	365.0	
90.0	9.000	41.7	417.0	
101.0	10.100	<b>48.5</b>	485.0	
106.0	10.600	51.5	515.0	
112.0	11.200	56.5	565.0	
120.0	12.000	63.5	635.0	
130.0	13.000	75.6	756.0	

Ünite III:

Tarih: 17 Şubat 1960

Hat Gerilimi		İkaz Akımı	
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki
$K = X \cdot 100$		$K = x \cdot 10$	
31.0	3.100	13.4	134.0
38.2	3.820	16.3	163.0
51.7	5.170	22.9	229.0
59.7	5.970	26.7	267.0
71.0	7.100	32.0	320.0
79.4	7.940	36.0	360.0
89.2	8.920	41.1	411.0
100.2	10.020	47.7	477.0
108.1	10.810	52.9	529.0
113.1	11.310	57.1	571.0
122.3	12.230	65.8	658.0
132.0	13.200	77.8	778.0

Hız \*  
187.8/188.3. D/Dak.

3 — Kısa devre karakteristikleri:

Bu test için terminaller bilâhare kullanılacak kısa devre şalteri vasıtası ile generatör çıkışları yıldız bağlama ile kısa devre edildi, tkaz akımının yavaş yavaş yükseltilmesi ile kısa dev-

rede meydana gelen akımlar okundu. Açık devre karakteristiğinde olduğu gibi bu testte de etalon akım trafoları (3000/5) ve ölçü âletleri kullanıldı. Her üç ünite için okunan değerler şöyledir:

#### Kısa Devre Karakteristikleri

Ünite I:

Hat Akımı		İkaz Akımı	
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki
$K = X \cdot 600$		$K = x \cdot 2$	
1.02	612.0	58.0	116.0
1.52	912.0	86.0	172.0
1.97	1182.0	113.0	226.0
2.50	1500.0	143.0	286.0
3.15	1890.0	173.0	346.0
3.55	2130.0	204.0	408.0
4.00	2400.0	229.0	458.0
4.50	2700.0	258.0	516.0
5.00	3000.0	287.0	574.0

Hız  
1

Ünite II:

Hat Akımı		İkaz Akımı	
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki
$K = x \cdot 600$		$K = x \cdot 10$	
1.11	666	12.6	126.0
1.50	900	17.1	171.0
1.98	1.188	22.9	229.0
2.55	1.530	29.3	293.0
2.96	1.776	34.0	340.0
3.50	2.100	40.5	405.0
4.10	2.460	47.5	475.0
4.50	2.700	52.0	520.0
4.99	2.994	57.7	577.0

Hız  
187.4/188.2 D/Dak.

Ünite III:

Hat Akımı		İkaz Akımı	
Okuma	Hakiki	Okuma	Hakiki
$K = x \cdot 600$		$K = X \cdot 10$	
1.04	624	11.8	118.0
1.56	936	17.9	179.0
2.05	1.230	23.7	237.0
2.61	1.566	30.0	300.0
3.02	1.812	34.6	346.0
3.50	2.100	40.2	402.0
4.09	2.454	47.1	471.0
4.56	2.736	52.8	528.0
5.00	3.000	57.6	576.0

Hız  
187.4/188.2 D/Dak.

Her iki karakteristiği ve hava aralığı doğrusunu gösteren eğrileri için Ünite I'ye ait olanı bir misâl olarak buraya dercediyoruz.

Bu eğriler üzerinden alternatörün kısa devre oranını ve doğru eksen senkron reaktansını hesaplamak kabildir. Nitekim kısa devre oranı için «nominal frekansta açık devre nominal gerilimine tekabül eden ikaz akımı değerinin, nominal frekansta kısa devre nominal akımına tekabül eden ikaz akımı değerine oranıdır» tarifini kabul edersek (A.I.E.E. Test Code for Synchronous Machines No. 503 Kısım 1.970) misâl olarak verdiğimiz Generatör II karakteristiklerinden bu değeri

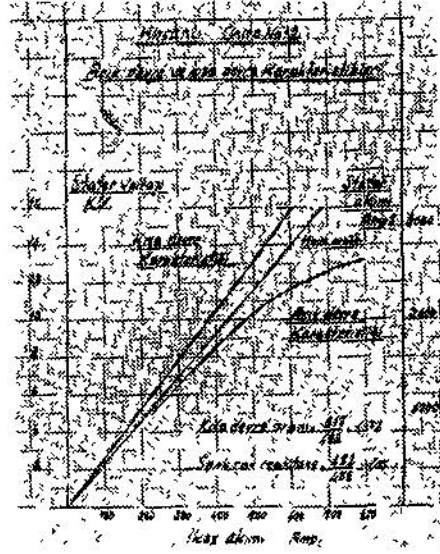
Kısa devre oranı =  $\frac{515}{477} = 1.08$  olarak hesaplayabiliriz.

Senkron reaktans ise pratik olarak senkron empedans ile aynı gerilim değerini ihtiva ettiği kabul edildiği takdirde, nominal kısa devre akımına tekabül eden ikaz akımının, hava aralığı doğrusu üzerinde nominal açık devre gerilimine tekabül eden ikaz akımına oranı olarak hesaplanabilir (per unit) (A.I.E.E. Test Code No. 503 Kısım 1.822) Generatör II için bu değer;

Senkron reaktans (Xd) =  $\frac{477}{455} = 1.06$  olarak bulunmuştur.

4 — Dalga şekli testi:

Bu testin gayesi Dalga Değişim Faktörü (Wave deviation factor) nün hesaplanması olmakla beraber Müteahhit Firma bir harmonik analizi yapmayı daha uygun bulmuştur. Netice olarak normal açık devre geriliminin (fazlar arası ve faz-nötr) osilogramını almaktan ibaret olan test yapılmış ve osilogram yollanmıştır. Dalga değişim faktörü tarifinin «Dalga'nın ordinatı ile buna tekabül eden sinüs eğrisinin aynı ordinatı arasındaki farkın maksimumunun sinüs eğrisinin maksimumunun ordinatına oranıdır» (A.I.E.E. Code No. 503 Kısım 1.190) şeklinde olduğu malûmdur. Osilogram elimizde olduğuna



(Şekil : 4)

göre bu faktörün dik koordinat veya açısız koordinat sistemlerinin bir tanesi ile çizilecek eğrilerden hesaplanması mümkündür. Müteahhit firmaya bunun yerine yapılmış bulunan harmonik analizinin çok daha fazla kıymet ifade ettiği kanaatindeyiz. Generatör n üzerinde yapılan bu test neticesinde hesaplanan harmonik değerleri şöyledir:

Harmonik Analizi Değerleri

20/Şubat/1960

Ünite III Dalga Şekli Analizi

Film No. 2

1. Faz Gerilimi

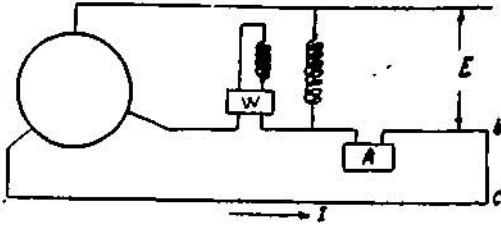
Harmonikler	Mavi	Sarı	Kırmızı
Fundamental	% 100	% 100	% 100
Üçüncü	1.93	0.36	0.84
Beşinci	0.26	0.32	0.67
Yedinci	0.40	0.74	0.23
Dokuzuncu	0.17	0.24	0.50
On birinci	0.54	0.94	0.78
On üçüncü	0.09	0.70	0.67
On beşinci	0.28	0.65	0.32

Film No. 1

2. Hat Gerilimi Harmonikler	Mavi Kırmızı	Sarı Mavi	Kırmızı Sarı
Fondamental	%100	%100	% 100
Üçüncü	1.97	1.5	0.12
Beşinci	0.38	1.1	0.30
Yedinci	0.30	0.14	0.19
Dokuzuncu	0.63	0.70	0.26
On birinci	0.61	1.66	0.55
On üçüncü	0.30	0.65	0.20
On beşinci	1.18	0.64	0.41

5 — İki kutuplu devamlı kısa devre testi:

Bilindiği gibi ters reaktansın belirtilmesinde kullanılan metodlardan biri de iki kutuplu devamlı kısa devre testidir. Gerçi aynı değer iki kutuplu anı kısa devre testi osilogramlarından da hesaplanabilirse de % 100 gerilimle iki kutuplu anı kısa devre testinde, kısa devre şalterinde patlama vukua gelmiş ve osilogramlar kısa devre edilmeyen faza olan atlama sebebi ile bir kıymet ifade etmemiştir. Bu yüzden reaktans değerinin iki kutuplu devamlı kısa devre testi yolu ile hesaplanmasına D.S.t. Müşahitelerinin de muvafakati ile karar verilmiştir. Bu teste ait prensip şeması şöyledir.



(Şekil: S)

Görüldüğü gibi makinanın iki fazi bir wattmetrenin akım bobini ve bir ampermetre üzerinden kısa devre edilmiştir, ikaz akımının değeri yavaş yavaş yükseltilerek, ikaz akımı, devir sayısı, wattmetre, ampermetre ve E geriliminin değerleri okundu. Ters empedans değeri

$$Z_2 = \frac{E}{V3I}$$

reaktans değerine geçmek için  $X_2 = Z_2 \frac{P}{EI}$

formülü kullanılmıştır. Formüllerdeki E ve I değerleri nominal gerilim ve akıma izafe edilen (per unit) değerleri olup reaktans tabiatıyla (per unit) olarak bulunmaktadır. (A.I.E.E. Test Code No. 503 Kısım 1.883). Harmoniklerin mevcudiyetinin bu değere tesirleri kabili ihmal olarak kabul edilmiş ve osilogram alınmasına lüzum hissedilmemiştir. Generatör n üzerinde yapılan bu teste ait okuma değerleri ve hesap neticeleri aşağıda verilmiştir:

6 — Fren zamanı testi:

Bu test ünitenin ayar kanatları kapandıktan sonra kaç saniyede duracağını tesbit etmek gayesiyle yapılmıştır. Ünitelere frenler otomatik olarak tatbik edilmektedir. Devir nominal değerinin % 45 değerine düştüğü vakit frenler röle vasıtasıyla tatbik edilmektedir. Testin esas gayesi frenlerin tatbikini kontrol ve fren tatbikinden sonra ünitenin kaç saniye sonra durduğunu tesbittir. Bu suretle fren sisteminin kifayeti bakımından bir değer elde edilmiş ve ileride mukayese için bir kıstas temin edilmiş olmaktadır. Her üç ünite için ölçülen değerler 11 nci sayfanın baştarafında verilmiştir.

Bu testde devir sayısını ölçmek için elektronik sayıcı kullanıldı. Bu âletin izahı randıman testlerinde verilecektir.

7 — Reosta tam hareket zamanı testi:

Bu testte ikaz reostasının maksimum değerden minimum değerine kaç saniyede harekettiği bir kronometre vasıtası ile ölçülmüştür. Test esnasında gerilim regülatörü «elle» pozisyonunda tutulmuştur. Her üç ünite için bu değerler şöyledir:

Ünite I :	22.5 Saniye
Ünite n :	28 >
Ünite m :	22 >

Ters Reaktans Föyü

HİRFALNII

1 Mart 1960

Ünite II Ters Reaktans.

Hız Dev/Dak.	Kısa devre edilmiş Fazlardaki akımlar Amper.	Açık uçlardaki Stator gerilimi Volt.	ikaz Akımı Amper	KW.	Ters Reaktans
187.3	852	1050	120	870	% 28.15
187.5	996	1225	140	1200	% 28.40
187.6	1200	1500	170	1740	% 28.40
187.3	1398	1700	197	2310	% 27.90
187.5	1686	2050	238	3360	% 27.80
187.5	1800	2175	255	3840	% 27.82
187.2	2064	2475	291	5010	% 27.60

Ortalama ters reaktans değeri = % 27.58

Ünite I :

FREN-ZAMAN TESTİ

Devir Sayısı	Zaman (Saniye)	Mülâhazat
187.5	— 0 —	
85.0	64	Frenler tatbik edildi.
— 0 —	292	Makina durdu.

Ünite II :

Devir Sayısı	Zaman (Saniye)	Mülâhazat
188.0	— 0 —	
89.5	70	Frenler tatbik edildi.
— 0 —	278.2	Makina durdu.

Ünite III :

Devir Sayısı	Zaman (Saniye)	Mülâhazat
187.8	— 0 —	
85.8	64	Frenler tatbik edildi.
— 0 —	267.7	Makina durdu.

8 — Telefon girişim faktörü:

Bilhassa Birleşik Devletler'de daha fazla ehemmiyet atfedilmekte olan bu faktör esasında üretilen dalga şeklinin tam sinüzoit olmamasından mütevellit harmonikerin telefon sistemlerine olan tesirini karakterize etmektedir. Dalga şeklinin analizi üretilen dalganın formu hakkında kâfi malûmat vermekte isede bu faktörün tâyini de faydadan hali bulunmamaktadır. Gerçi memleketimizde yayılmış bir enterkonnekte şebeke ve bunun rahatsız edebileceği kalabalık bir telefon şebekesi bulunmamakla beraber yapılışının basitliği sebebi ile bu faktörün de tâyini istenmiştir. Meslekdaşlarımıza bir fikir vermek üzere faktörün teorisi ve ölçülmesi hakkında kısa bir bilgi vermeyi faydalı gördük (\*).

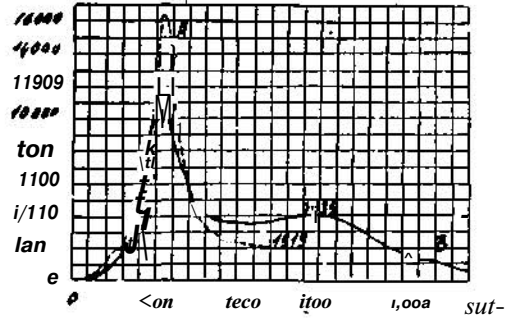
Girişim (Influence, interference):

Güç üretiminde gaye 50 frekanslı bir alternatif akım istihsal ederek müşterilere dağıtmaktır. Fakat 50 frekansta tam bir sinüzoit elde etmek imkânsızdır. Bu sebeple eğri formundaki ufak değişiklikler harmoniklerin mevcudiyetini ifade etmektedirler. Girişim olayına tesir eden iki faktör vardır. Birincisi akım ve gerilimin dalga şekli, ikincisi ise transmisyon hattının ve teçhizatın toprağa nazaran dengesidir. Ana frekansla beraber harmoniklerinde mevcut olduğunu daha evvel söylemiştik. Bu harmonikleri iki kısımda mütalâa edebiliriz, (a) üçlü harmonikler, (b) üçlü olmıyan harmonikler. Üçlü olmıyan harmonikler, meselâ: 5, 7, 11 v.s. üç fazlı sistemden 120 derece ileride yani ana gerilimle aynı fazda olurlar ve hatlarda dengeli bileşen olarak gözükürler. Eğer hat ve teçhizat dengeli değilse bun-

lar kalıcı bileşen (residuel) olarak da gözükübilirler. Diğer taraftan üçlü harmonikler meselâ: 3, 9, 15 üç fazlı sistemle aynı fazda olup hatlarda «kalıcı bileşen» olarak gözükürler. Bu iki bileşenin tesbiti için farklı metodlar kullanılmıştır.

Umumiyetle hatlar ve teçhizat gerek ana frekansa gerekse harmoniklere karşı iyi dengelenmiş bulunurlar. Bazı bağlama şekillerinde üçlü harmonikler belki hatlar üzerinde zorlanabilirler. Transpozisyon yapılmış enerji hatları gerek kapasitans ve gerekse reaktans bakımından dengeli oluyabilirler, bu dengesizlik 50 frekans için pek ehemmiyetli değildir. Fakat frekans yükseldikçe bu dengesizlikte artar. Transpozisyon yapmak suretiyle bu dengesizliğin önüne geçmek mümkündür.

Harmoniklerin tesiri, insan kulağında dahil olmak üzere, telefon sisteminin frekans hassasiyetine bağlıdır. Nasıl bir telefon sisteminin güç sistemi ile olan bağlantısı frekansa tabi ise, verilmiş bir harmoniğin girişimi de, frekansına bağlı bir faktörle telefon sisteminin frekans hassasiyetinin çarpımına bağlıdır. Telefon girişim faktörü (T.I.F.) denen bu faktörün frekansa bağlı eğrisi aşağıdadır.



(Şekil: 6)

(\*) Daha fazla bilgi için Westinghouse'un «Transmission and Distribution» adlı kitabına müracaat edilebilir.



Verilmiş bir harmonik akım veya gerilim bileşeninin girişimi amper olarak akımın magnitudü ile (amper cinsinden) T.I.F. sının çarpımı ile (İ.T. mahsulü denir) veya gerilimin magnitudü ile (KV. T. mahsulü denir) T.I.F. sının çarpımı ile (KV. T. mahsulü denir.) orantılıdır.

İçinde bir kaç harmonik bulunan akım ve gerilim dalgalarının mahsulü ise harmoniklerin İ.T. ve KV. T. mahsulleri karelerinin toplamının karekökünü alarak hesaplanabilir. Netice olarak herhangi bir akım veya gerilimin T.I.F. sının İ.T. değerini efektif akıma veya KV. T. değerini efektif gerilime bölmek suretile bulabiliriz. Normal ampermetre ve voltmetreler T.I.F. veya İ.T. veya KV. T. değerlerini ölçmekte kullanılabilir.

Dengeli T.I.F. değeri 10000 KVA'den yukarı olan generatörler için 50'yi aşmamalıdır

Kalıcı T.I.F. değeri için de 5000 KVA'den yukarı generatörler için 30 değeri en yüksek değer olarak kabul edilmiştir. (Standard Handbook'dan).

#### Testin Yapılışı :

T.I.F. faktörünü tesbit etmek, için telefon sistemi ve insan kulağına benzetilen bir devre ve akım ölçecek hassas mikroampermetrelerden teşekkül etmiş hususi bir cihaz kullanılır. Bunun şeması ekli olarak verilmiştir. Alette görülen anahtar A vaziyetinde ise gösterge aleti devreden geçen akımı mikroamper cinsinden, V vaziyetinde ise devreye tatbik edilen gerilimi göstermektedir. T.I.F. değeri  $T.I.F. = I/E$  formülü ile hesaplanacaktır. I ve E değerleri aletten muhtelif bileşenler için aşağıdaki şekilde okunmuştur.

#### a) Dengeli T.I.F. Bileşeni:

Alet test edilecek generatörün çıkışına bir gerilim transformatörü vasıtasile bağlanır. Generatör

yüksüz olarak normal devir adedi ve normal gerilim ile çalıştırılır. Gerilim ve akım değerleri her faz için okunmalıdır. Aletin devresinden geçen akım mikroamper cinsinden ve alete tatbik edilen gerilimin hakiki değeri yukarıdaki formüle konduğu takdirde dengeli T.I.F. bulunmuş olur.

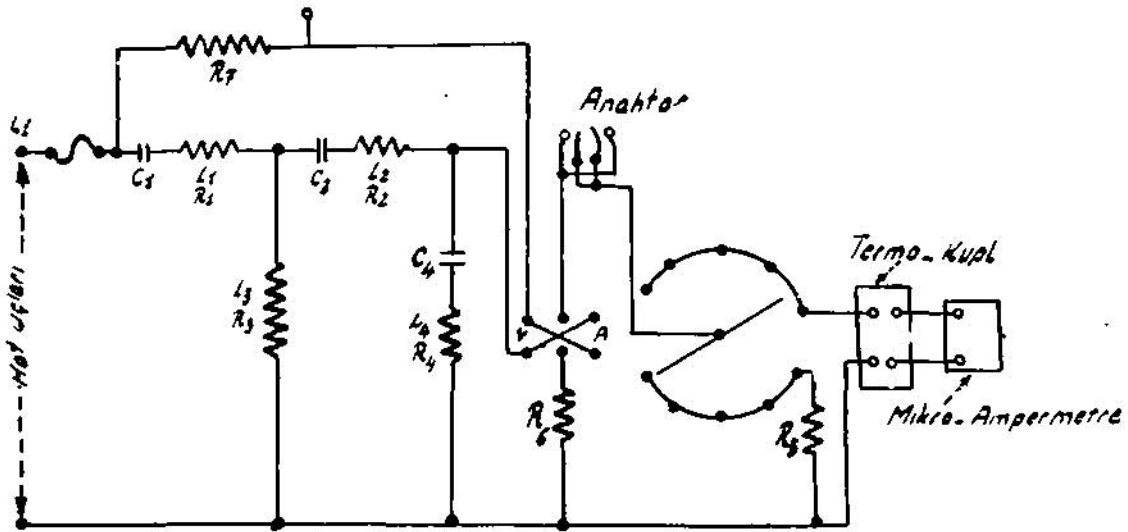
b) Kalıcı T. I. F. bileşeni, bunun iki metodla tespit etmek mümkündür.

1. Generatör çıkışı üçgen olarak bağlanır. Üçgen bir köşesinden açılır ve test aleti izolasyon transformatörü vasıtasile buraya bağlanır. Ünite yüksüz normal bir devir sayısı ile çalıştırılır. Üçgenin bir ucundaki gerilim normal hat geriliminin 0,577 katı olacak şekilde ayarlanır. Bu takdirde ölçülen akımın mikroamper cinsinden değerinin üçte biri ve üçgenin hakiki geriliminin izolasyon transformatörü tahvil oranına bölünmüş kıymeti yukarıdaki formüle konursa T.I.F. değeri bulunur.

2. Eğer generatör çıkışını üçgen olarak bağlamak pratik değilse üç adet gerilim transformatörü generatör çıkışlarına primer sargıları yıldız olarak bağlanır. Bu trafoların sekonderleri üçgen olarak bağlanarak üçgen bir köşesinden açılır. T.I.F. ölçü aleti buraya doğrudan doğruya bağlanır : Gerilim transformatörlerinin nötr uçlarının generatör nötrüne bağlanmasına dikkat edilmelidir.

Generatör yüksüz olarak, normal devir ve gerilimde çalıştırılır, okunan değerlerin formüle nakli birinci metoddaki gibidir.

Mukavelelerde pek istenmemesine rağmen gerek dengeli gerekse kalıcı T.I.F. faktörlerini % 110 gerilim değerine göre de tayin etmek tavsiyeye şayandır. (Bureau of Reclamation's Standard'dan).



(Şekil. 7)

Her üç ünite için ölçülen değerler şöyledir:

Ünite I:

Dengeli:	Okuma	Faz Arası Hat Gerilimi	Devir
	198 Volt 1.0 Yüklü T.İ.F. = % 0.505	10600	187.5
Kalıcı	Okuma	Faz Gerilimi	Devir
	6.5 Volt 0 Yüklü T.İ.F. = % 0	6120	187.5

Ünite M:

Dengeli:	198.2 Volt 1.0 Yüklü T.İ.F. = % 0.505	10600	187.5
Kalıcı	6.0 Volt 0 Yüklü	6120	188

Ünite III:

Dengeli:	102 Volt 1.0 Yüklü T.İ.F. = % 1.0	10600	187.8
Kalıcı	2 Volt 0 Yüklü T.İ.F. = % 0	6120	187.8

Burada (Yüklü) tabiri ile aletin mikroamper okuması kastedilmektedir yani mikroamper bir veya mujitelif katlarına ayarlanarak gerilim okunmaktadır. T.İ.F. ise bu «Yüklü» değerinin okunan gerilime bölünmesiyle hesaplanmaktadır.

9 — Üç kutuplu kısa devre :

Bu testin gayesi alternatörün geçici (Transient) ve başlangıç (Subtransient) reaktanslarını (boyuna eksen) tâyin etmektedir. Ünite nominal devriyle dönmekte iken nominal gerilimin % 25, % 50, % 75 ve % 100 ile üç kutuplu olarak kısa devre edilmiş ve bu anda alınmış olan osilogramlarla reaktanslar hesaplanmıştır. Hesap tarzının basit olarak izahı şekildedir. Kısa devre edilmeden evvelki gerilim bilinmektedir, eğer transient ve subtransient akımların değeri hesaplanmışsa

reaktanslar— $\frac{I}{E}$ —değerinden hesaplanabilir E ve I

nominal gerilim ve akıma izafe edilen (per unit) değerleri olarak kullanılırsa reaktanslarda (per unit) olarak bulunacaktır. Akımın bulunması ise çizim yolu ile yapılan bir ekstrapolasyonla yapılmaktadır. Bunun izahını kısaca veriyoruz.

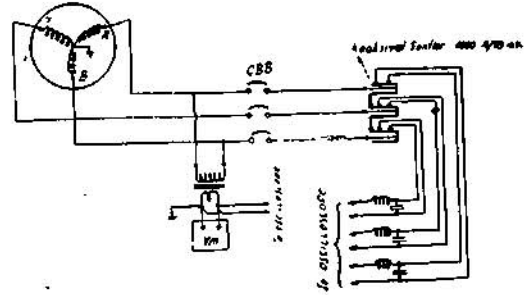
Önce bir normal dik koordinatlar sisteminde osilogramdan alınan pik değerleri işaretlenir. Apsiste pik numaraları ve ordinatta piklere teka-

bül eden akım değerleri (per unit) olarak tekler pozitifte çiftler negatifte (veya ters olarak) olmak üzere orta eğrisi ve daha sonra da dalganın A.C. bileşeni çizilir. Dalganın A.C. bileşeni bu şekilde bulunduktan sonra yem bir çizime geçilir. Gene dik fakat ordinatı logaritmik bir eksen sisteminde (per unit) değeri kullanılarak A.C. bileşeni resmedilir. Apsiste gene pikler bulunmaktadır. Bu eğri ile beraber A.C. değerinden devamlı kısa devre akımının çıkarılması ile elde edilen bir eğri de çizilir. Devamlı kısa devre akımı doğru eksen senkron empedans eğrisinden kısa devreden hemen evvelki gerilim değerine tekabül eden ikaz akımı kullanılarak bulunur. Bu eğriler birinci pikin ordinatlarından geçmelidirler. Birinci pik apsisin bir hanesine getirildiği takdirde kısa devrenin tatbikine tekabül eden sıfır zamanı umumiyetle apsinin sıfırına gelmiyecektir. Bu takdirde kısa devrenin tatbikine tekabül eden sıfır zamanı kadar uzatılmalıdır. Ük bir kaç siki esnasında (A.C. bileşeni - devamlı kısa devre akımı) eğrisini çizerken üç, dört periyod içinde eğrinin düşmesini lâyıki veçhile göstermek üzere zaman ve akım ölçeklerini seçmek mühimdir. Bu eğri bir kaç periyod sonra bir doğru olarak devam etmektedir, bu doğruyu sıfır eksenine kadar uzatırsak eğrinin transient bileşenini • elde ederiz Transi-

ent bileşenle eğri arasındaki farkın zamana göre değişimi de bir doğrudur. Bu doğruyu da aynı diyagram üzerine resmetmek mümkündür. Bu doğruya tabiatıyla birinci pik değerinden geçecektir. Transient bileşenine devamlı kısa devre akımının ilâvesi ile elde edilen doğrunun sıfır zamanı eksenini kestiği nokta transient akımını verecektir.  $\frac{dI}{dt}$  A.C. eğrisinin sıfır zamanı ekseninin kestiği nokta ise subtransient akımını verecektir.  $\frac{dI}{dt}$  Bu değer  $\frac{1}{4}$  akımına yukarıda belirttiğimiz fark doğrusunun sıfır zamanı eksenindeki değerini ilâve etmek suretile de bulunabilir. Ayrıca (A.C. bileşeni - devamlı kısa devre akımı) eğrisinin sıfır zamanı eksenini kestiği noktadaki değerinin 0,368 ine düşmesi için geçen zaman Transient zaman sabiti ( $T_j$ ) olarak bulunabilir. Aynı şekilde fark doğrusunun sıfır zamanı eksenindeki değerinin 0,368 ine inene kadar geçen zamanda (subtransient boyuna eksenindeki zaman sabitli  $T_j'$ ) olarak bulunabilir. (A.I.E.E. Test Code No. 503 Kısım 1.843).

Test % 25, % 50, % 75 ve % 100 için yapılmış ve her gerilim değeri için bu reaktanslar hesaplanmıştır. Bu suretle çıkış gerilimine bağlı olarak transient ve subtransient reaktansların eğrileri elde edilmiştir. Bu eğriler üzerinde reaktansların nominal akım ve nominal gerilim için değerleri yani doymamış ve doymuş reaktans değerleri

hesaplanmıştır. Biz burada testin yapılmasında kullanılan şematik diyagramı ve osilogramlardan hesaplanan reaktans değerlerini vermekle iktifa edeceğiz. Müteahhit firma akımların hesabında kullanılan eğrileri vermemiş olup, sadece osilogramları ve neticeleri bildirmiştir. Esasen basit bir çizimden ibaret olan hesap tarzının detaylarının da istenmesine D.S.j. Müşahitlerince lüzum görülmemiştir. Akımın osilograf'a nakli şemadan da görüleceği üzere koaksiyal şöntler ve tıkaç devreleri ile yapılmıştır. Gerilim ise doğrudan doğruya bir gelirim trafosu ile nakledilmektedir. Her tecrübeden evvel boşta filimler alınarak voltmetre okumaları vasıtasıyla osilogramlar kalibre edilmiştir. Bu kalibrasyon değerleri de ayrı bir okuma föyüne alınıp her iki tarafça imzalanmıştır. Testin şematik diyagramı şöyledir.



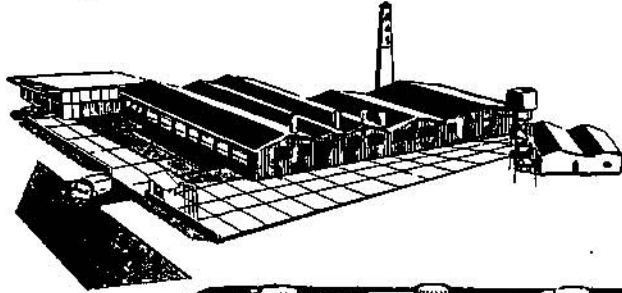
(Şekil : 8)

# £45

AKÜMÜLÂTÖR FABRİKASI

# £4S

Memleketimizin en modern  
ve en büyük fabrikası  
mamulüdür.



RESSAM CAHİT REKLAMCILIK

# £4S

- 0 Akülerin kralıdır
- 0 Ucuzdur
- £ Uzun ömürlüdür
- A Garantisi EAS markasıdır.

EAS Ebanit ve Akü Sanayi A.Ş.  
YAKACIK - KARTAL  
Tel : 63 43 46 . Telg : EAS KARTAL

Kalibrasyon için doldurulan f6y ise şöyledir.

30/Şubat/1960

## OSİLOGRAF KAYITLARI

Film No.	Filmin ismi	Ölçülen Değerler				(V) Faz	Kalibrasyon	Film hızı	Düşünceler
		Rotor (I)	Stator (I)	(V) Hat	(V) Hat				
1	Açık devre hat gerilimi	517	-0-	10600	-0-	10600 V	100"/sec		
2	> faz »	517	-0-	10600	6120	6120 V	-0-	Dalga şekli:	
3	Gerilim kalibrasyonu	119	-0-	2750	-0-	10600 V	20"/sec		
4	Akım »	483	2500	-0-	-0-	2500 A	-0-	% 25 3 faz ani kısa devre sıfır No. 9	
5	Yük çizgisi	Osilogram kayıtlarında					-0-	daki değer.	
6	Yük çizgisi	235	-0-	5300	-0-	-0-	50"/sec	% 50 3 faz ani kısa devre sıfır No. 9 daki değer.	
7	Gerilim kalibrasyonu	360	-0-	7950	-0-	10600 V	20"/sec		
8	Akım »	482	2500	-0-	-0-	2500 A	-0-	% 75 3 faz ani kısa devre.	
9	Sıfır »	-0-	-0-	-0-	-0-	Sıfır	-0-		
10	Yük çizgisi	Osilogram kayıtlarında					-0-		
11	Yük çizgisi	-0-	-0-	Osilogram kayıtlarında	-0-	Sıfır	-0-	% 100 3 faz ani kısa devre volt ve	
12	Sıfır kalibrasyonu	-0-	-0-	-0-	-0-	Sıfır	-0-	amper kalibrasyonu No. 7 ve 8 deki Meğer.	
13	Sıfır kalibrasyonu	-0-	-0-	-0-	-0-	Sıfır	-0-	% 75 iki kutuplu ani kısa devre 1	
14	Gerilim »	361	-0-	7950	-0-	10600 V	-0-	faz'ın ilk pikleri kayıt dışına çık-	
15	Akım »	351	2500	-0-	-0-	2500 A	-0-	mıştır.	
16	Yük çizgisi	Osilogram kayıtlarında					-0-		
17	Yük çizgisi	Osilogram kayıtlarında					-0-	% 100 iki kutuplu ani kısa devre (arı-	
							-0-	zalı).	

Bu değerler şu şekilde kullanılacaktır. 3 ve 4 numaralı filmler % 25 ve % 50 tecrübeleri için kullanılacaktır. 3 numaralı filmde volt 10600 V. olmak üzere osilogramdaki ölçük bulunacaktır.

4 numaralı film ise akım 2500 A. olarak ölçülenecektir. Ölçekler bulunduktan sonra kısa devre osilogramlarında aynı ölçükler kullanılacaktır.

Hesaplar değerleri ise şöyledir:

Film No.	Voltaj.	Faz A	Faz B	Faz C	Ortalama
5	%26	(X' d=35.4 X" d=24.6)	X' d=35.0 X" d=23.8	X' d=34.5 X" d=23.8	X' d=34.97 X" d=24.07
6	%50	(X' d=34.4 X" d=23.9)	X' d=34 X" d=23.8	X' d=33.2 X" d=22.5	X' d=33.87 X" d=23.40
10	% 75	(X' d=34.0 X" d=24.4)	X' d=34.8 X" d=22.6	X' d=33.6 X" d=22.4	X' d=33.13 X" d=23.13
11	% 100	(X' d=31.7 X" d=21.4)	X' d=33.0 X" d=21.4	X' d=31.7 X" d=20.9	X' d=32.13 X" d=21.23

Çizilen eğrilerden ise şu değerler hesaplanmıştır:

Transient reaktans :	Nominal akım için	X' d=34.9 %
	Nominal gerilim için	X' d=32.13 %
Subtransient » :	Nominal akım için	X" d=23.95 %
	Nominal gerilim için	X" d=21.23 %

10 — İki kutuplu ani kısa devre :

Bu test vasıtasıyla hesaplanacak olan ters reaktans değerleri iki kutuplu devamlı kısa devre deneyi ile hesaplanmıştır. Üç kutuplu ani kısa devre testinin aynı sırasını takip eden bu test vasıtasıyla gerilime bağlı olarak ters reaktans eğrisini elde etmek mümkündür. Ancak % 100 kısa devresinde kısa devre şalterindeki atlama ve dolayısıyla infilâk neticesinde bu testlerden vazgeçilmiştir.

11 — Dalton ve Cameron:

Üç kutuplu ani kısa devre testinden Transient ve Subtransient boyuna eksen reaktanslarının yukarıda izah etmiştik. Subtransient reaktansın enine eksenindeki bileşeni içinse A.İ.E.E nin test standartlarında bir metod belirtilmemiştir. Bu büyüklük boyuna eksenindeki ile beraber

(Dalton ve Cameron) denilen bir usülle ölçülmektedir. Metodun esası A.İ.E.E. Test Code No. 503 Kısım 1.865'te~ belirtilen usüle dayanmaktadır. Burada test hakkında teorik malûmat verme yoluna gitmiyeceğiz ('). Testin yapılışı ve kullanılan formüller hakkında kısaca izahat vermeyi faydalı buluyoruz. Test için kullanılan bağlantı şeması Şekil 9 da verilmiştir.

Şekilden de görülebileceği gibi 2 numaralı ünitenin rotoru kısa devre edilmiş ve normal

(\*) Daha fazla bilgi için F.K. Dalton ve A. W. W. Cameron'un Electrical Engineering Ekim 1952 sayısında veya A.İ.E.E. Transactions 71(1952)3 S. 752-757 de yayınlanan «Simplified Measurement of subtransient and negative sequence reactances in salientpole synchronous machines» adlı makaleye müracaat edilebilir.

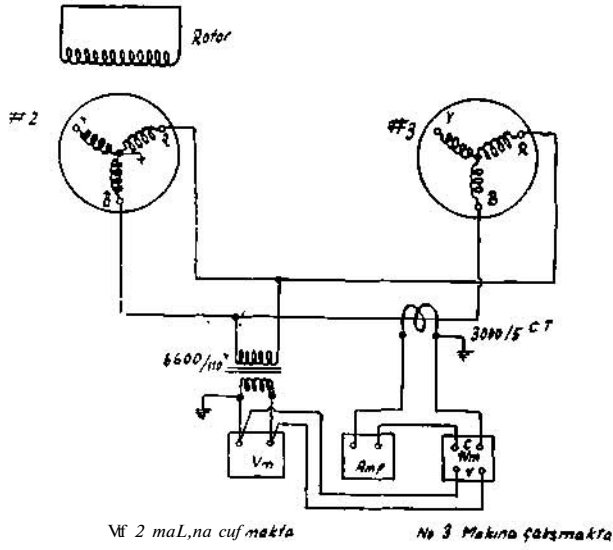
Hirfanh

2/Mart/1960

Ünite II :

#### ENİNE EKSEN SUBTRANSİENT REAKTANSI DALTON 1/E CAMERON METODU

Fazlar	Rotor Konumu	Okumalar		Hakiki Değerler		Frekans
		Volt K=X15	Apmer K=X300	Volt	Apmer	
R—Y	A	133.0	4.14	199.5	1242	50
Y—B	A	110.0	4.14	1650	1242	50
B—R	A	116.5	4.14	1747.5	1242	50
R—Y	B	112.0	4.14	1680	1242	50
Y—B	B	133.5	4.14	2002.5	1242	50
B—R	B	115.5	4.14	1732.5	1242	50
R—Y	C	110.0	4.14	1665	1242	50
Y—B	C	117.0	4.14	1755	1242	50
B—R	C	134.0	4.14	2010	1242	50



№ 2 maL, na cuf makfa № 3 Makina çatarmakfa

(Şekil 9)

devirle dönmekte olan 3 numaralı ünitenin iki fazından alınan muhtelif gerilimler 2. nci ünitenin iki fazına tatbik edilmiş ve alet değerleri okunmuştur. Okuma rotorun statora göre üç ayrı konumu için tekrar edilmiştir. Bu okumalara ait föy 16ncı sayfada verilmiştir.

Her ikili faz kombinasyonu için şu kıymetler hesab edilmiştir.

$$A = \frac{V_j}{I_1} - B = \frac{V_2}{I_2} - C = \frac{V_T}{I_3} \quad (1, 2, 3, \text{en-})$$

dışleri 1 (A-B), 2(B-C), 3 (C-A) kombinasyonları için kullanılmıştır.

$$K = (A+B+C)/3$$

$$M = \sqrt{(B-K)^2 + \frac{(C-A)^2}{3}}$$

Bu değerlere göre enine ve boyuna eksen Subtransient reaktansları şu formüllerle hesaplanmıştır.

$$X''_d = \frac{K-M}{2}, \quad X''_q = \frac{K+M}{2} \quad \text{Bu değerler}$$

her üç rotor pozisyonu için ayrı ayrı hesaplanmış ve reaktanslar bu üç değerin vasatisi olarak bulunmuştur.

Hesaplanan değerler şöyledir :

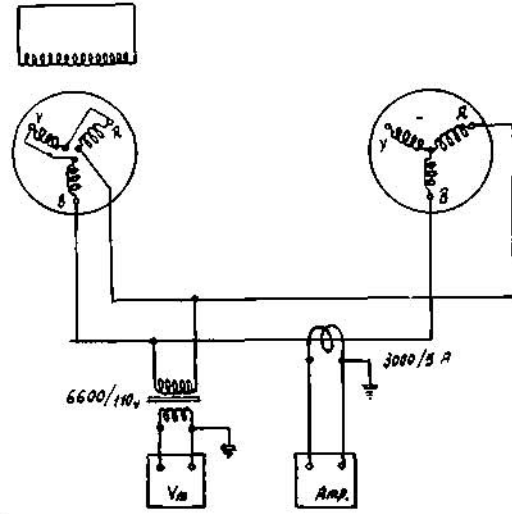
	$X''_d$	$X''_q$
Poz A	% 26.15	% 32.8
Poz B	% 26.3	% 32.8
Poz C	% 26.3	% 33.0
Ortalama	% 26.25	% 32.87

Neticeden de görülebileceği gibi üç kutuplu kısa devre deneyinden bulunan  $X''_d$  nin en yüksek değeri % 24.07 olmasına rağmen bu deneyden % 26.25 olarak bulunmuştur Diğer testin

neticesinin  $X''_d$  için daha tercihe şayan olduğu ve bu test neticesi olarak sadece  $X''_q$  değerinin kabul edilmesi gerektiği kanaatındayız.

12 — Açık delta :

Bu test ünitenin sıfır reaktansını tesbit için yapılmıştır. Testin esası alternatörün seri olarak bağlanmış sargularından heran hep aynı yönde bir akım geçirerek bunu ve tatbik edilen gerilimi ölçmek suretiyle sıfır reaktansını hesaplamaktır Test için kullanılan şema şu şekildedir.



(Şekil 10)

Bu test için okumalar ise şöyledir :

Hirfanlı

1/Mart/1960

Ünite II :

#### SIFIR REAKTANSI

Okumalar	
Volt	Amper
X 15	X 600
39.0	1.05
52.5	1.425
64.0	1.730
77.5	2.10
84.5	2.31
94.5	2.59
103.3	2.82

#### Hakiki Değerler

Volt	Amper
586	630
789	855
961	1038
1162	1260
1268	1386
1418	1544
1545	1692

Bu değerlerden  $X_0$  reaktansı (per unit) olarak

$$X_0 = \frac{E}{31} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Bu değerlerden hesaplanan  $X_0$  ların vasatısı olarak  $X_0 = \% 12.52$  bulunmuştur.

### 13 — Randıman testi:

Ünite randımanını tesbit için iki seri test yapılmıştır. Bunlar senkron motor çalışması ve yavaşlama testleridir. Bu testlerin nasıl yapıldığını ve neticelerini söylemeden bu metotla randımanın nasıl hesaplanacağını kısaca anlatmayı faydalı gördük.

Ünitenin randımanı şu formülden hesaplanır:

$$\text{Randıman} = 100 - \frac{\text{Kayıplar}}{\text{Çıkış} + \text{kayıplar}}$$

Formülden de anlaşılacağı gibi randımanın tesbiti kayıpların tesbitinden ibarettir. Kayıplar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Sürtünme ve vantilasyon kayıpları,
- Demir kayıpları,
- Stator FR ve dağılma kayıpları,
- Rotor PR kayıpları,
- İkaz generatörü ve reosta kayıpları.

Bunlar içinden stator ve rotor  $I^2R$  kayıpları dirençler bilindiğinden hesapla bulunabilir. Yalnız bu işlem yapılırken akımlara tekabül eden sargı sıcaklıklarını bilmek ve buna göre direnç tashihlerini yapmak gerektir. Bu ise ısınma çalışması testinden alınan neticelerle kolayca yapılabilir. Sürtünme ve vantilasyon, demir ve dağılma kayıpları ise yavaşlama testiyle bulunabilir. Yavaşlama metodunda esas olarak generatörü türbinden ayırmak icabederse de bilhassa büyük hidrolik ünitelerde buna imkân olmadığından türbin kayıpları için firmanın vermiş olduğu değerlere itimat etme veya bu kaybı umumi formüllerle hesaplama mecburiyeti vardır. Yukarıda bahsettiğimiz kayıpları yavaşlama metodu ile tesbit ederken bir kaç seri test yapılır. Bu testlerin ilki şöyledir. Ölçülecek ünite diğer bir ünite ile paralel çalıştırılır. Ölçülecek ünitenin emme borusundaki su bastırılır ve ünite senkron motor olarak dönmeye başlar. Döndürücü gurup vasıtasıyla hızı  $\% 120$ 'ye çıkartılır ve bu anda bağlama şalteri açılır, aynı zamanda ölçülecek ünitenin alan şalteri de açılarak yavaşlamaya terkedilir. Sürtünme vantilasyon kayıpları şu formülle hesaplanır:

$$KW = \frac{WR^2 \times N \times A}{1.082 \times 10^6 (T_1 - T_2)} \quad \text{veya}$$

$$KW = \frac{77}{10^{10}} \times WR^2 \times N \times \frac{dN}{dt}$$

Formüllerden de görüldüğü gibi bu kayıpların hesabında  $WR^2$  gibi bir kıymeti kabul zorunda kalmaktayız. Yüzde yüz tecrübeye dayanmayan bir metod olması hasebi ile bu değerlerin başka metotla tahkik edilmesi icabeder.

Bu tahkik keyfiyeti bilâhare izah edeceğimiz senkron motor çalışması testi ile yapılmaktadır. izah tarzını basitleştirmek gayesi ile sürtünme ve vantilasyon kayıplarını bulunmuş farzedip devam ediyoruz. Üniteler aynı şekilde döndürülür, normal devirin üstüne çıkılınca bağlama şalteri ve ikaz şalteri açılır. Tecrübe edilecek ünite kısa devre şalteri vasıtasıyla kısa devre edilir. İkaz şalteri kapatılır ve ikaz akımı kısa devre karakteristiğinden nominal akıma tekabül eden değere ayarlanır. Evvelce söylediğimiz formüller yardımı ile kayıp hesaplanır, bundan sürtünme ve vantilasyon kayıpları çıkarılırsa geriye kalan değer stator  $I^2R$  ve dağılma kayıplarıdır.

Aynı şekilde bağlama şalterlerinin açılmasından sonra ikaz akımını çıkış uçlarında nominal gerilim elde edecek şekilde ayarlarsak, yavaşlama metodu ile ölçülecek kayıplar sürtünme ve vantilasyon kayıpları ile demir kayıplarının toplamı olacaktır.

Kayıpların yavaşlama metodu ile nasıl hesaplandığını kısaca gördükten sonra bu değerlerin senkron motor çalışması testi ile nasıl tahkik edildiğini de kısaca izah edelim.

Ölçülecek ünite başka bir ünite ile beraber çalıştırılır. Emme borusundaki su boşaltılır ve senkron motor halinde çalışmaya geçilir. Ölçülecek makinanın gerilimi ikaz akımı vasıtası ile nominal değerine ayarlanır. Çevirici makinanın ikaz akımı ise minimum armatür akımı verecek şekilde ayarlanır. Bu halde ölçülen makinanın çektiği güç ölçü aletlerinden okunur. Aynı iş muhtelif gerilim değerleri için tekrar edilir. Bu ölçülen güçten hesapla bulunan armatür,  $I^2R$  kayıpları çıkartılırsa, demir, sürtünme ve vantilasyon kayıpları bulunmuş olur. Muhtelif de-

bu formüllerde : KW = Kılouatt cinsinden kayıplar.

$WR^2$  = Dönen kısımların atalet momenti (lb. ft<sup>2</sup>).

N = Kaybın ölçülmesi istenen devir sayısı.

A = Münasip bir devir sayısı adedi.

$T_1 - T_2$  = Devrin (N+A) değerinden (N-A) değerine kadar düşmesi için geçen saniye olarak zaman.

dN

— = Dakika devir olarak yavaşlama hızı.

dt

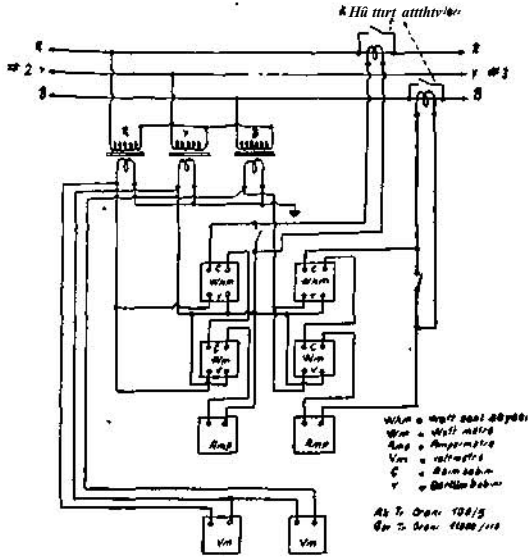
ğerler için  $V^2$  ordinatta kayıplar apsiste olmak üzere çizilen eğrinin X eksenini kestiği noktadaki apsis değeri ise sürtünme ve vantilâs kayıplarını verecektir.

Bu suretle yavaşlama metodu ile bulunan değerlerin tahkiki yapılmış olur.

Şimdi bu seri testlerin nasıl yapıldığını ve neticelerim görelim:

Senkron motor çalışması :

Bu test için bağlantılar Şekil 11 de verilmiştir.

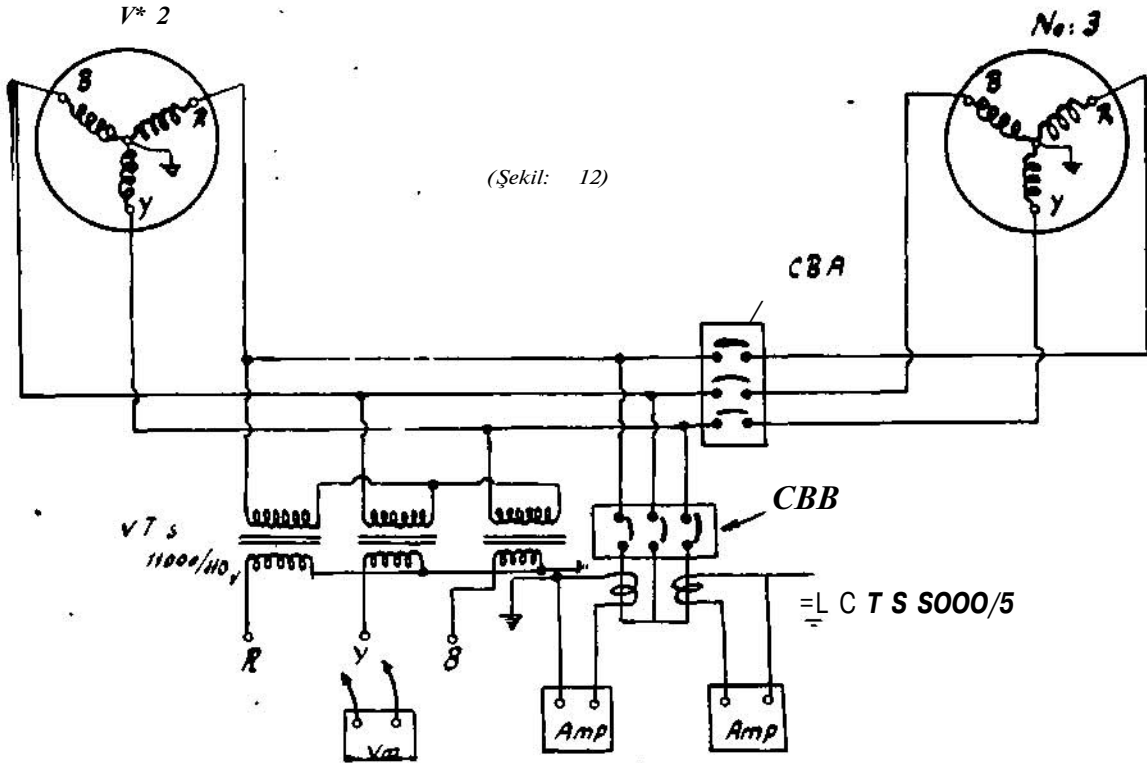


(Şekil : 11)

20nci sayfadaki okumalardan yapılacak hesap ikaz kayıplarını çıkartmak olacaktır. İkaz kayıplarını ise ikaz akımı ve geriliminin çarpımı olarak kolayca bulabiliriz. Buna göre neticeler şu şekilde olacaktır:

Faz arası gerilim	Toplam KW.	İkaz KW.	Net KW.
11.30 kV.	832.0	49.0	783.0
10.90	784.4	79.5	740.7
10.6	754.6	40.0	741.6
10.25	719.4	35.8	683.6
9.96	696.6	32.6	664.0
9.06	638.0	25.5	612.5
8.06	585.4	19.5	565.9
6.83	528.0	13.2	514.8
5.80	482.4	9.2	473.2
4.85	421.4	6.36	415.04
3.92	350.8	3.95	356.85

Net KW apsiste ve kV. ordinatta olmak üzere net kayıplar eğrisi çizilmiştir. Bu eğrilerin çizilmesinden sonra kıymetlendirilmesi yavaşlama metodunda yapılmıştır.



(Şekil: 12)



Test	Okumalar		Hat Akımı		Watt Saatler		Toplam K=x1000	Zaman Saniye	İkaz Akım K=x10	Volt K=x1	Devir/Dak.
	R-Y K=x100	Y-B K=x100	R K=x20	B K=x20	1 K=x1000	2 K=x1000					
1	113	113	1.9	1.9	20.88	20.72	41.60	3	58.4	84.2	187.7
2	109	109	1.9	1.95	21.27	17.95	39.22	3	55.0	79.5	187.4
3	106	106.1	1.86	1.88	20.70	17.03	37.73	3	52.7	75.8	187.3
4	102.5	102.7	1.82	1.82	21.94	14.03	35.79	3	50.0	71.8	187.4
5	99.6	99.7	1.84	1.83	16.60	18.23	34.83	3	47.5	68.7	187.4
6	90.6	90.3	1.82	1.83	17.00	14.90	31.90	3	42.0	60.6	187.6
7	80.6	80.9	1.80	1.83	15.62	13.65	29.27	3	36.8	53.0	187.5
8	68.3	68.2	1.82	1.86	13.78	12.62	26.40	3	30.5	43.3	187.4
9	58.0	58.0	1.86	1.80	11.73	12.39	24.12	3	25.5	36.2	187.7
10	48.5	48.7	2.20	2.10	10.95	10.12	21.07	3	21.2	30.0	187.4
11	39.2	39.3	2.60	2.65	9.93	8.11	18.04	3	16.9	23.3	187.6

Test	H a k i k i		H a t		Amper		Toplam KW	Amper	Völt	Devir/Dak.
	Hat	Y-B	R	B	R	B				
1	11.30	11.30	3.80	3.80	3.80	3.80	832.0	584	84.2	187.7
2	10.90	10.90	3.80	3.90	3.90	3.90	784.4	550	79.5	187.4
3	10.60	10.61	3.72	3.76	3.76	3.76	754.6	527	75.8	187.3
4	10.25	10.27	3.70	3.64	3.64	3.64	719.4	500	71.8	187.4
5	9.96	9.97	3.68	3.66	3.66	3.66	696.6	475	68.7	187.4
6	9.06	9.03	3.64	3.66	3.66	3.66	638.0	420	60.6	187.6
7	8.06	8.09	3.60	3.66	3.66	3.66	585.4	368	55.0	187.5
8	6.83	6.82	3.64	3.72	3.72	3.72	528.0	305	43.3	187.4
9	5.80	5.80	3.72	3.60	3.60	3.60	482.4	255	36.2	187.7
10	4.85	4.87	4.40	4.20	4.20	4.20	421.4	212	30.0	187.4
11	3.92	3.93	5.20	5.30	5.30	5.30	360.8	169	23.3	187.6

Ortalama **sargı** sühuneti 30°C (Termokupl)  
Ortalama taşıyıcı yatak sühuneti 58°C (Cıvalı termometre)

### Yavaşlama Testleri :

Testler yukarıda izah ettiğimiz şekilde yapılmışlardır. Kullanılan bağlantı şeması Şekil 12 de verilmiştir.

Bu testlerden alınan neticeleri bildirmeden evvel okumaların nasıl kıymetlendirildiğini kısaca anlatalım.

Devir sayısı elektronik devir sayıcısı vasıtası ile ölçülmektedir. Bu alet ogas olarak muayyen bir devir adedinin geçmesi için lüzumlu zamanı ölçmektedir. Gurup şaftına bağlanan bir man-yetik uç tam karşısına gelecek şekilde yerleş-tirilmiş bir bobinin önünden geçerken impuls-lar yollamaktadır. Bu impuls-lar bir elektronik sayı-cı vasıtası ile kıymetlendirilmektedir. Zamanı muhtelif devir adetleri için ölçmek kabildir. Tecrübelerde bu (ölçme devir sayısı)24 olarak alınmıştır. Her 24 devir sonunda geçen zaman alette gözükmektedir ve 5 saniye bu vaziyette sa-bit kaldıktan sonra ' endikasyonlar silinmek-te ve müteakip 24 devrinin zamanının ölçülme-sine başlanmaktadır. 24 devir için geçen zama-na I dezsek buna tekabül eden devir sayısı

$$N = \frac{60 \times 24}{I} \text{ olacaktır. Buna göre } I_1 \text{ ve } I_2 \text{ ola-}$$

rak ölçülen iki devir sayısı N<sub>1</sub> ve N<sub>2</sub> arasındaki fark.

$$\Delta N = N_2 - N_1 = 60 \times 24 \left( \frac{1}{I_2} - \frac{1}{I_1} \right) = 60 \times 24 \frac{I_1 - I_2}{I_1 I_2}$$

olacaktır. Devrin N<sub>2</sub> den N<sub>1</sub> e düşmesi I<sub>1</sub> XI,

için geçen zamanı ise iki 24 devirlik periyodun ortaları arasındaki zaman farkı olarak kabul edi-

$$\Delta t = \frac{I_1}{2} + \frac{I_1 + I_2}{2} + \frac{I_2}{2} = I_1 + I_2$$

olarak bulunur. Yalnız bu halde birbirini taki-beden iki periyot nazarı itibara alınmıştır. Eğer iki periyot arasında muhtelif periyotlar geç-mişse bu periyotların zamanını ilâve etmek ge-rekir Bu takdjrdde meselâ  $\Delta N$  birinci ile dör-

düncü periyot için hesaplanışta  $\Delta t = I_1 + I_2 + 2$  (I<sub>1</sub> - I<sub>2</sub>) olacaktır.  $\Delta N$  ve  $\Delta t$  bu şekilde bu-lunduktan sonra baştafta verdiğimiz formüle dönersek kayıplar

$$kW = \frac{77}{10^{10}} \times WR^2 \times N \times \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

$$K = \frac{77}{10^{10}} \times WR^2 \times N \text{ denerek } kW = K \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

olarak kolayca hesaplanır. (\*)

Formülde bulunan K'nın, N devir sayısı nominal devir sayısı olarak alındığına göre, sabit olduğu meydandadır. Bu K değerini hesapla bulmanın mahzurlu olduğunu söylemiştik. Bu mahzuru ber-taraf etmek için hesaplarda senkron motor ça-lışması testinden istifade edilmiştir. Şöyleki, Açık Devre Yavaşlama testlerinden 10 numalı test neticesinden II = 7.7591 I<sub>2</sub> = 7.46660 de-ğerleri ve bunlarla

$$\Delta N = 1440 \frac{0.2931}{57,9294406} = \frac{422,064}{57,9294406}$$

$$\Delta N = 7,28646$$

$$\Delta t = I_1 + I_2 = 15,2251 \text{ ve } \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{7,28646}{15,2251}$$

= 0,47852 değerleri bulunur. Bu değerlerle :

KW = K x 0.47852 yazılır. 10 numaralı tes-te tekabül eden hat gerilimi 10480 V'tur. Senkron Motor Çalışması testi neticesinde çizildiğini söy-lediğimiz Net kayıplar eğrisinde bu gerilime tekabül eden kayıp 702 kW olarak gözükmekte-dir". Bu değeri yukarıdaki formüle koyarsak.

$$k = \frac{702}{0.47852} = 1467 \text{ olarak } k' \text{ değeri bulu-}$$

nur. Bu değer hesaplarda 1470 olarak kullanılmıştır.

(\*) Daha fazla bilgi için D. T. Bath'ın 1956 C.I.G.R.E. konferansında vermiş olduğu «A Digital Electronic System for Deceleration Measurements in Retardation Test on Waterwheel Driven Generators» adlı tebliğ mürâcaat edilebilir.

Test okumaları şu şekildedir :  
Ünite 11:

26/Şubat/1960

Açık Devre Yavaşlama Testi  
Okumaları

Test	Hat Gerilimi K = x100	İkaz Gerilimi K = x1	İkaz Akımı K = x10	Devir/Dak.
1	0	5.7	0	187.5
2	40.6	25.0	17.5	187.5
3	48.0	30.0	21.1	187.5
4	57.0	36.0	25.4	187.5
5	67.6	44.0	31.2	187.5
6	77.9	51.0	36.0	187.5
7	88.0	58.0	41.0	187.5
8	97.8	67.0	45.5	187.5
9	100.4	70.0	49.6	187.5
10	104.8	73.0	51.5	187.5
11	107.4	76.0	53.3	187.5
12	111.3	81.0	56.8	187.5
13	115.0	86.0	60.0	187.5

HAKİKİ DEĞERLER

Test	Hat Gerilimi	İkaz Gerilimi	İkaz Akımı	Devir Dak.	Sıcaklıklar (Termokupl) Ortalama
1	0	5,7	0	187,5	Stator sargısı 18° C Rotor sargısı 16,5° C
2	4.060	25,0	175	187,5	
3	4.800	30,0	211	187,5	
4	5.700	36,0	254	187,5	
5	6.760	44,0	312	187,5	
6	7.790	51,0	360	187,5	
7	8.800	58,0	410	187,5	Stator sargısı 21,5° C Rotor sargısı 19,5° C
8	9.780	67,0	455	187,5	
9	10.040	70,0	496	187,5	
10	10.480	73,0	515	187,5	
11	10.740	76,0	533	187,5	
12	11.130	81,0	568	187,5	
13	11.500	86,0	600	187,5	

Ünite II :

26.Şubat.1960

AÇIK DEVRE YAVAŞLAMA TESTİ  
Yavaşlama zamanları

Test 1.	Test 2.	Test 3.	Test 4.	Test 5.	Test 6.	Test 7.
6.88	7.0043	6.860	6.926	6.959	7.014	7.008
6.99	7.1341	6.916	7.030	6.972	7.0642	7.0185
7.14	7.3011	7.0806	7.2065	7.1436	7.2692	7.2256
7.29	7.4748	7.256	7.391	7.339	7.486	7.456
7.44	7.6558	7.429	7.584	7.545	7.713	7.7022
7.60	7.8432	7.647	7.786	7.7618	7.9568	7.9641
7.77	8.0385	7.808	7.9974	7.9890	8.2134	8.2440
7.94		8.009	8.218	8.2293		
8.10						
Test 8.	Test 9.	Test 10.	Test 11.	Test 12.	Test 13.	
6.9965	6.994	7.035	7.066	7.0225	7.084	
7.1844	7.1962	7.1958	7.2406	7.270	7.2934	
7.4361	7.4574	7.466	7.5224	7.571	7.6153	
7.7062	7.7384	7.7591	7.7827	7.9015	7.9702	
7.9967	8.0422	8.0767	8.1609	8.2639	8.365	
8.3107	8.372	8.4224	8.256			

ölçme devir sayısı 4 X 6 = 24  
Test devamınca taşıyıcı yatak sıcaklığı 57° C  
(Cıvalı termometre)

**KISA DEVRE YAVAŞLAMA TESTİ**

Elektriki ölçüler

0 k u m a 1 a r

Test.	Hat Akımı K=x600	İkaz Gerilimi K = X İ	İkaz Akımı K = X İ 0	Devir/Dak.
1	0	6.9	0	185.5
2	1.47	24.0	169	185.5
3	1.65	27.0	190	185.5
4	2.02	33.0	232	185.5
5	2.33	38.0	270	185.5
6	2.64	43.0	306	185.5
7	2.95	48.0	340	185.5
8	3.12	51.0	360	185.5
9	3.67	60.0	425	185.5
10	3.98	65.0	460	185.5
11	4.28	70.0	497	185.5

**HAKİKİ DEĞERLER**

Test.	Hat Akımı	İkaz Gerilimi	Dev./Dak.	İkaz Akımı	Ortalama Sıcaklık °C (Termokupl)	
					Stator	Rotor
1	0	6.9	0	187.5	14.0	14.0
2	882	24.0	169	187.5		
3	990	27.0	190	187.5		
4	1212	33.0	232	187.5	17.0	17.0
5	1398	38.0	270	187.5		
6	1584	43.0	306	187.5		
7	1770	48.0	340	187.5	19.0	18.0
8	1872	51.0	360	187.5		
9	2202	60.0	425	187.5	21.0	20.0
10	2388	65.0	460	187.5		
11	2568	70.0	497	187.5	24.0	22.0

**KISA DEVRE YAVAŞLAMA TESTİ**

Yavaşlama zamanları

Test 1.	Test 2.	Test 3.	Test 4.	Test 5.	Test 6.
7.1457	7.1958	7.1563	7.1050	7.2376	7.1751
7.2968	7.3681	7.3277	7.2827	7.4315	7.3758
7.4530	7.5439	7.5064	7.4684	7.6346	7.5873
7.6140	7.7260	7.6922	7.6636	7.8484	7.8113
7.7805	7.9172	7.8865	7.8680	8.0744	8.0496
7.9620	8.1157	8.0892	8.0823	8.3131	8.3012
Test 7.	Test 8.	Test 9.	Test 10.	Test 11.	
7.1762	7.1935	7.1740	6.9120	6.9156	
7.3886	7.4147	7.4187	7.1501	7.1699	
7.6146	7.6498	7.6833	7.1100	7.4500	
7.8548	7.9017	7.9709	7.6930	7.7584	
8.1118	8.1723	8.2848	8.0030	8.0998	
-8.3878	8.4645	8.6307	8.3460	8.4820	

Ölme devir sayısı 4 x 6 = 24

Taşıyıcı yatak sıcaklığı test devaminca 57 °C dir.  
(Cıvalı termometre)

(Devamı Gelecek Sayıda)