

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* EEM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Uzun bir Enerji İletim Hattında  
Şöntresektör Anzalarının İncelenmesi

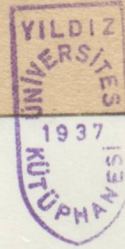
Atilla Tekin

Yüksek Lisans Tezi

YILDIZ UNİVERSİTESİ  
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : ..... R 152  
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 24  
Tarih : 25.3.1987  
Fatura : .....  
Fiatı : 1500 TL  
Ayniyat No : 1/1  
Kayıt No : 44760  
UDC : 621.3  
Ek : 378.242

x



## YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Comp

## TEZİN ADI :

Uzun bir enerji iletim hattında şönt  
reaktör arızalarının incelenmesi.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELK. MÜH. Atilla TEKİN

İSTANBUL 1985

## İÇİNDEKİLER:

Sayfa no

Sayfa No0

### BÖLÜM I:

Enerji iletimi .....	I
Kısa iletim hatları .....	I
Orta uzunluktaki iletim hatları .....	.6
Uzun iletim hatları .....	II

### BÖLÜM II :

İletimde simetrisizlikler .....	23
Simetrisiz durumlar .....	28

### BÖLÜM III:

Reaktörler .....	35
Sönt reaktörler .....	35
Seri reaktörler .....	36
ÇALIŞMANIN GAYESİ .....	40

### BÖLÜM IV:

Örnek sistemin tanıtılması .....	4I
----------------------------------	----

### BÖLÜM V:

Yapılan işlemler .....	44
MOD I. için Thevenin eşdeğer devreleri .....	47
Çeşitli Modlara göre simetrik bileşen dizi şebekelerinin bağlantıları .....	5I
Örnek sistem ile ilgili veriler .....	57

Muhtelif çalışma modlarında hat üzerindeki noktalarda arıza nedeni ile (ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden %olarak) akım ve Gerilim üzerine değişim etkileri ve grafilei .....	60
Hat üzerindeki noktalarda çalışma modlarına göre arıza nedeni ile (ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden % olarak ) Akım ve Gerilim üzerine değişim etkileri ve grafikleri .....	90
KRİTİKLER .....	I34
SON KRİTİK .....	I40
Kaynaklar .....	I42
Özgeçmiş .....	I43
Bilgisayar çıkış değerleri .....	I44
Bilgisayar programları .....	I50

## ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlarken, kendisinden daima destek ve yardım gördüğüm kıymetli hocam Doç. Dr.Y.Müh. H. Nusret YÜKSELLER'E bu vesile ile teşekkür etmeyi kendime bir borç bilirim.

Ayrıca, tezimin bilgisayar ile hesaplama kısımlarında kolaylık sağlayan ve yardım eden Üniversitemizin E.H.B. araştırma merkezi hocalarıma çok teşekkür ederim.

Atilla Tekin  
Elk. Müh .

## ABSTRACT ÖZET

Elektrik enerjisi büyük mesafelere A.A. iletim hatlarıyla taşınırken gerilim düşümünün küçültülmesi ve kararlılık sınırları içinde iletilebilecek gücü arttırmak için yapılabilecek önemli bir olanak iki nokta arasındaki hattın empedansını düşürmektir.

Bunun için uzun enerji iletim hatlarında seri kapasiteler kullanılır. Devreye negatif bir reaktans sokan seri kapasitelerle hat reaktansının düşürülmesi seri kompanzasyon olarak bilinir.

Ayrıca uzun iletim hattının yüksüz veya az yüklü olması durumlarında, iletim hattı ile toprak arasındaki kapasitif reaktanslardan dolayı hat sonunda, nominal gerilim değerinin üstünde istenmeyen bir gerilim yükselmesi olur. Bu gerilim yükselmesini önlemek için, iletim hattının uygun yerlerine şönt reaktörler monte edilir.

Bu tezde, Keban Hidro-elektrik üretim merkezi ile Gölbaşı (Ankara) merkezi arasında şebekeye elektrik enerjisi ileten iki benzer hattın oluşan bu hattın Gölbaşı merkezinde bulunan iki reaktörden birisinin olası arızaları çeşitli mod'lar için incelenmiştir.

## ABSTRACT

While transferring electrical energy to long distance by A.C. transmission lines to reduce the voltage drop and to increase the power transfer capacity, the line impedance between two lines is dropped.

Therefore, series capacitors are used in the long power transmission lines. To drop the line reactance by the series capacitors which insert negative reactance in to the circuit is known as series compensation.

In addition, over the nominal voltage value an objectionable voltage rise will be occurred on the end of the line as a result of line is unloaded or light loaded, shunt reactors are installed in the transmission line for avoiding to this voltage rise.

In this thesis, the system of two identical long transmission lines transferring electrical energy from Keban Hydro-electric generating station is taken as example and the possible faults in the one of two shunt reactors which are in the Gölbaşı station are investigated for the operation modes of the lines.



## BÖLÜM I ENERJİ İLETİMİ

Enerji sistemlerinde uzun mesafelere iletim üç fazlı hava hatlarıyla yapılmaktadır. Hatların kurulmasında ve işletilmesinde verilen verilere dayanılarak bilgilerin elde edilmesi gerekir.

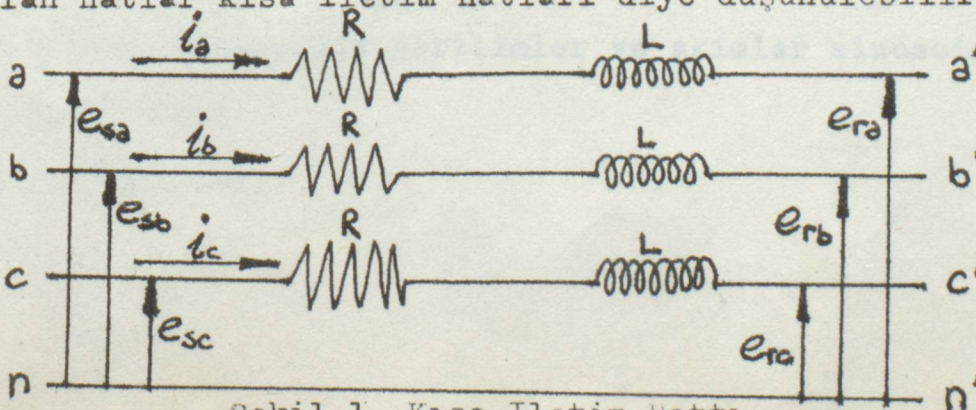
Kurulacak denklemlerle ve verilen verilere göre hat üzerindeki noktalarda akım, gerilim, güç, güç sınırları, verim gibi elektriksel büyüklüklerle ilgili bilgiler sağlanabilir.

Elde edilecek denklemlerin pratik ve maksada uygun olabilmeleri bakımından iletim hatları genel olarak üç şekilde ele alınır.

1. Kısa iletim hatları,
2. Orta uzunluktaki iletim hatları,
3. Uzun iletim hatları.

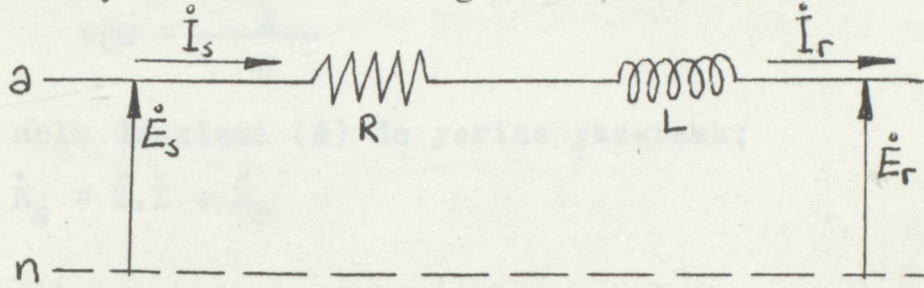
### 1. Kısa İletim Hatları:

Kısa iletim hattı, hesaplarda kapasitenin ihmal edilebileceği iletim hatlarıdır. Pratik olarak normal iletim hatları halinde uzunlukları 60-70 Km.'ye kadar olan hatlar kısa iletim hatları diye düşünülebilir.



Şekil.1. Kısa İletim Hattı

Dengeli 3 fazlı sistemlerde gerilimler birbirine eşit ve  $120^\circ$  faz açısında, akımlar birbirine eşit ve  $120^\circ$  faz açısında,  $n'$  ve  $n$  aynı potansiyelde, yani  $e_{n'n} = 0$ 'dır. Hesaplama açısından sistem bir fazdan ve elektrik devresini tamamlamak üzere, üzerinde gerilim düşümü olmayan bir dönüş telinden kurulu gibi düşünülebilir.



Şekil.2. Hesaplama için düşünülen kısa iletim hattı devresi

Denklemlerde kullanacağımız sembollerin anlamları:

- $\dot{E}, \dot{I}$  Gerilim ve akım fazörleri, efektif değer olarak,
- $|\dot{E}|, |\dot{I}|$  Gerilim ve akım fazörleri, sadece skaler değer
- $e, i$  Gerilim ve akım fazirlerinin ani değerleri
- $\dot{Z}$  Empedans vektörü

$R, L, t, \theta$  Direnç, endüktans, empedans, empedans açısı, faz açısını gösteren büyüklüklerdir.

Bir faz ve nötrden kurulu kısa iletim hattında herhangi bir anda şu denklem geçerlidir.

$$e_s = R.i + L.\frac{di}{dt} + e_r \quad (1)$$

Ele alınan sistemde gerilimler ve akımlar sinüsoidal büyüklüklerdir.

Fazör ifade ile,

$$\dot{E}_s = R \cdot \dot{I} - j\omega L \cdot \dot{I} - \dot{E}_r$$

$$\dot{E}_s = (R + j\omega L) \cdot \dot{I} + \dot{E}_r = (R + jX) \cdot \dot{I} - \dot{E}_r \quad (2)$$

Burada  $\dot{Z} = R + jX$  yazılabilir. (2)

$$|\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$\text{tg}\theta = \frac{X}{R}$$

(3) nolu denklemi (2) de yerine yazarsak;

$$\dot{E}_s = \dot{Z} \cdot \dot{I} + \dot{E}_r \quad (4)$$

Kısa iletim hattı denklemi olarak bulunur.

### 1.1. Gerilim Regülasyonu:

Hatbaşı gerilimi sabit kalmak şartı ile yüksüz halde hat sonundaki gerilim ile ( $|\dot{E}_{ro}|$ ), tam yüklü halde hat sonundaki gerilim ( $|\dot{E}_r|$ ) arasındaki gerilim farkıdır. Birimi voltur. (V.)

$$\text{Regülasyon} = |\dot{E}_{ro}| - |\dot{E}_r| \quad (\text{V.})$$

Daha anlamlı olan % yönünden regülasyondur.

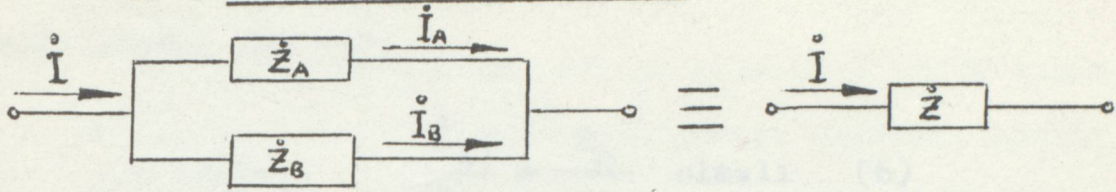
$$\% \text{ Regülasyon} = \frac{|\dot{E}_{ro}| - |\dot{E}_r|}{|\dot{E}_r|} \cdot 100 \quad (\text{birimsiz}) \quad (4)$$

Kısa iletim hattı için;

$|\dot{E}_{ro}| = |\dot{E}_s|$  olup (4) nolu denklemde yerine koyarsak,

$$\% \text{ Regülasyon} = \frac{|\dot{E}_s| - |\dot{E}_r|}{|\dot{E}_r|} \cdot 100 \quad \text{olur} \quad (5)$$

1.2. Paralel İletim Hatları:



$$\dot{Z} = R + jX = \frac{\dot{Z}_A \cdot \dot{Z}_B}{\dot{Z}_A + \dot{Z}_B} = \frac{(R_A + jX_A) \cdot (R_B + jX_B)}{(R_A + jX_A) + (R_B + jX_B)}$$

Reel ve imajiner kısımlar ayrılırsa;

$$R = \frac{R_A \cdot (R_B^2 + X_B^2) + R_B \cdot (R_A^2 + X_A^2)}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2}$$

$$X = \frac{X_A \cdot (R_B^2 + X_B^2) + X_B \cdot (R_A^2 + X_A^2)}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2}$$

İlgilenilen bir husus toplam akımın paralel kol-  
lara dağılışı

$$\dot{I}_A \cdot \dot{Z}_B = \dot{I}_B \cdot \dot{Z}_A = \dot{I} \cdot \dot{Z}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I} \cdot \frac{\dot{Z}_B}{\dot{Z}_A + \dot{Z}_B} = \dot{I} \cdot \frac{R_B + jX_B}{(R_A + R_B) + j(X_A + X_B)}$$

$$|\dot{I}_A| = |\dot{I}| \cdot \sqrt{\frac{R_B^2 + X_B^2}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2}}$$

Bunun gibi;

$$|\dot{I}_B| = |\dot{I}| \cdot \sqrt{\frac{R_A^2 + X_A^2}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2}}$$

Paralel sistemde akım yoğunluğunun iki kolda da aynı olması istenir.

O halde; 
$$\frac{\dot{I}_A}{\dot{I}_B} = \frac{R_B}{R_A} \text{ olmalı} \quad (6)$$

Fakat, 
$$\frac{\dot{I}_A}{\dot{I}_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \text{ dir.} \quad (7)$$

Dolayısıyla (6) ve (7) nolu denklemlerden,

$$\frac{\dot{Z}_B}{\dot{Z}_A} = \frac{R_A}{R_B} \text{ olur} \quad (8)$$

Demek ki her iki kolda  $\frac{X}{R}$  oranları aynı olmalıdır.

Değil ise, endüktansı fazla olan kola seri kondansatör koymalı. Bu kondansatörün büyüklüğü ise;

$$\frac{X_A}{R_A} = \frac{X_B - X_C}{R_B} \text{ den bulunabilir.} \quad (9)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (10)$$

Hatta bağlanacak kondansatörün kapasitif reaktansdır. (10) nolu denklemden C'yi çekersek,

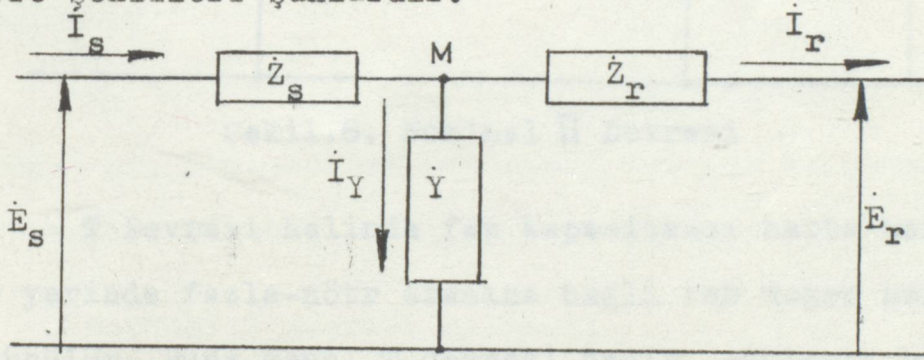
$$C = \frac{1}{\omega X_C} \quad (11)$$

Böylece bağlanacak kondansatörün büyüklüğünü bulmuş oluruz.

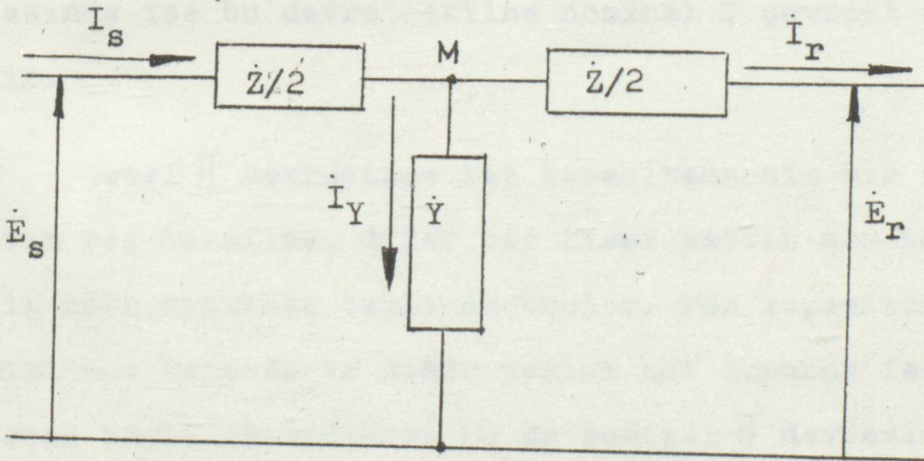
## 2. Orta Uzunlukta İletim Hatları:

Bir kısım iletim hatlarında direnç ve endüktansın yanında kapasitansın da dikkate alınması gerekir. Ancak gerçek iletim hatlarında olduğu gibi direnç, endüktans ve kapasitansın hat boyunca yayılmış değerler halinde düşünülmesine lüzum yoktur. Kolaylık sağlamak üzere bu değerler kısa iletim hatlarında direnç ve endüktans için yaptığımız gibi hattın belli noktalarında blok değerler halinde düşünülmesi amacımıza uygundur.

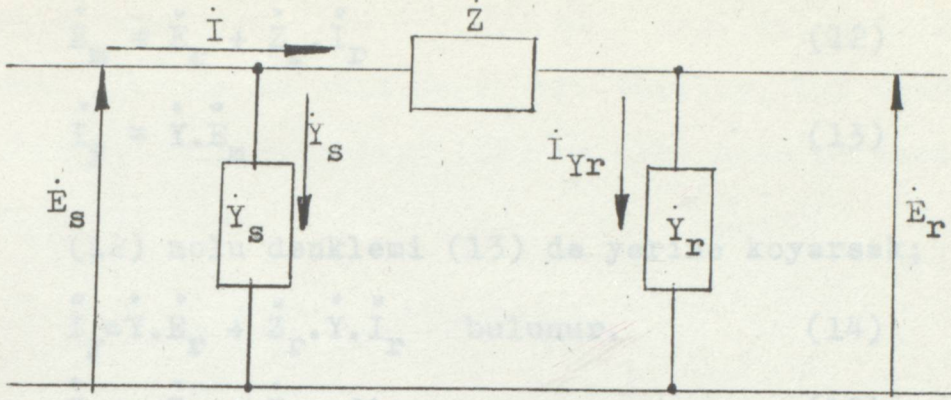
Hesaplamalar bakımından genellikle uygun görülen devre şekilleri şunlardır:



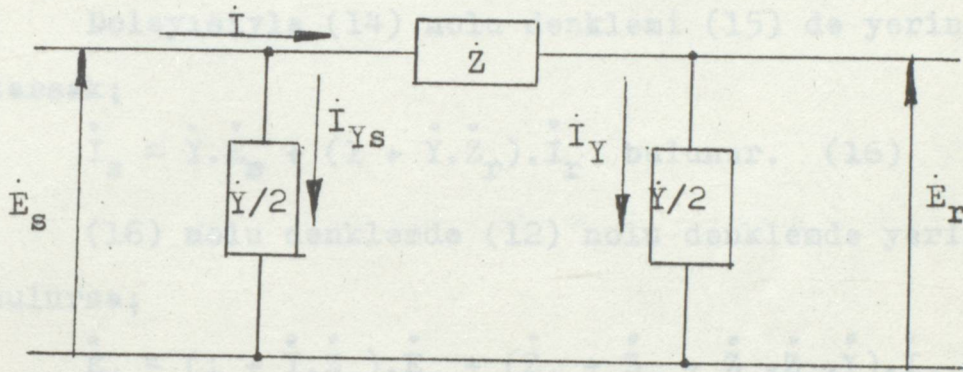
Şekil.3. Genel T Devresi



Şekil.4. Nominal T Devresi



Şekil.5. Genel  $\Pi$  Devresi



Şekil.6. Nominal  $\Pi$  Devresi

T Devresi halinde faz kapasitansı hatta herhangi bir yerinde fazla-nötr arasına bağlı tek değer halinde düşünülür. Buna genel T devresi denir. Bağlantı hattın ortasında ise bu devre şekline nominal T devresi adı verilir.

Genel  $\Pi$  Devresinde faz kapasitansının bir kısmı hattın baş tarafına, diğer bir kısmı hattın son tarafına fazla-nötr arasında bağlı düşünülür. Faz kapasitansının yarısı hat başında ve diğer yarısı hat sonunda fazla-nötr arasına bağlı düşünülürse bu da nominal  $\Pi$  devresidir.

### 2.1. T Devresi Denklemleri:

Genel T devresine göre;

$$\overset{\circ}{E}_m = \overset{\circ}{E}_r + \overset{\circ}{Z}_r \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad (12)$$

$$\overset{\circ}{I}_y = \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{E}_m \quad (13)$$

(12) nolu denklemi (13) de yerine koyarsak;

$$\overset{\circ}{I}_y = \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{E}_r + \overset{\circ}{Z}_r \cdot \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad \text{bulunur.} \quad (14)$$

$$\overset{\circ}{I}_s = \overset{\circ}{I}_r + \overset{\circ}{I}_y \quad \text{dir.} \quad (15)$$

Dolayısıyla (14) nolu denklemi (15) de yerine yazarsak;

$$\overset{\circ}{I}_s = \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{E}_r + (1 + \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{Z}_r) \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad \text{bulunur.} \quad (16)$$

(16) nolu denklemde (12) nolu denklemde yerine konulursa;

$$\overset{\circ}{E}_s = (1 + \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{Z}_s) \cdot \overset{\circ}{E}_r + (\overset{\circ}{Z}_s + \overset{\circ}{Z}_r + \overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Z}_r \cdot \overset{\circ}{Y}) \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad (17)$$

bulunur ki, böylece hat sonundaki gerilim ve akım verildiğine göre hat başındaki gerilim ve akımı bulabiliriz.

Nominal T devresi halinde;

$$\overset{\circ}{Z}_s = \overset{\circ}{Z}_r + \frac{\overset{\circ}{Z}_s}{2} \quad \text{olur ve denklemler;} \quad (18)$$

$$\overset{\circ}{I}_s = \overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{E}_r + (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}) \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad (19)$$

$$\overset{\circ}{E}_s = (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}) \cdot \overset{\circ}{E}_r + \overset{\circ}{Z}_s \cdot (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{4}) \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad (20)$$

$$\overset{\circ}{I}_r = -\overset{\circ}{Y} \cdot \overset{\circ}{E}_s + (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}) \cdot \overset{\circ}{I}_s \quad (21)$$

$$\overset{\circ}{E}_r = (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}) \cdot \overset{\circ}{E}_s + \overset{\circ}{Z}_s \cdot (1 + \frac{\overset{\circ}{Z}_s \cdot \overset{\circ}{Y}}{4}) \cdot \overset{\circ}{I}_s \quad (22)$$

Böylece, Nominal T Devresi halinde hat sonundaki gerilim ve akım değerleri verilip, hat başındaki gerilim



ve akım değerleri (19) ve (20) nolu denklemlerle, hatba-  
şındaki gerilim ve akım değerleri verilip, hat sonundaki  
gerilim ve akım değerleri (21) ve (22) nolu denklemlerle  
belirtilmiş oldu.

## 2.2. II Devresi Denklemleri:

Genel II devresine göre;

$$\dot{I}_m = \dot{I}_r + \dot{Y}_r \cdot \ddot{E}_r \quad (23)$$

$$\dot{E}_s = \ddot{E}_r + \dot{Z} \cdot \dot{I}_m \quad (24)$$

(23) nolu denklemi (24) nolu denklemde yerine ko-  
yarsak;

$$\dot{E}_s = (1 + \dot{Z} \cdot \dot{Y}_r) \cdot \ddot{E}_r + \dot{Z} \cdot \dot{I}_r \quad \text{bulunur.} \quad (25)$$

$$\dot{I}_s = \dot{I}_m + \dot{Y}_s \cdot \ddot{E}_s \quad (26)$$

Dolayısıyla (25) nolu denklemi (26) nolu denklem-  
de yerine koyarsak;

$$\dot{I}_s = (\dot{Y}_s + \dot{Y}_r + \dot{Z} \cdot \dot{Y}_s \cdot \dot{Y}_r) \cdot \ddot{E}_r + (1 + \dot{Z} \cdot \dot{Y}_s) \cdot \dot{I}_r \quad (27)$$

Böylece hat sonundaki gerilim ve akım verildiğin-  
de hat başındaki gerilim ve akım bulunur.

Nominal devresi halinde;

$$\dot{Y}_s = \dot{Y}_r = \frac{\dot{Y}}{2} \quad \text{olur ve denklemler;} \quad (28)$$

$$\dot{E}_s = (1 + \frac{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}{2}) \cdot \ddot{E}_r + \dot{Z} \cdot \dot{I}_r \quad (29)$$

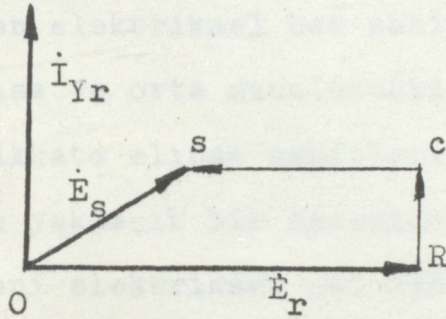
$$\overset{\circ}{I}_S = \overset{\circ}{Y} \cdot \left(1 + \frac{\overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{Y}}{4}\right) \cdot \overset{\circ}{E}_R + \left(1 + \frac{\overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}\right) \cdot \overset{\circ}{I}_R \quad (30)$$

$$\overset{\circ}{E}_R = \left(1 + \frac{\overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}\right) \cdot \overset{\circ}{E}_S - \overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{I}_S \quad (31)$$

$$\overset{\circ}{I}_R = -\overset{\circ}{Y} \cdot \left(1 + \frac{\overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{Y}}{4}\right) \cdot \overset{\circ}{E}_S + \left(1 + \frac{\overset{\circ}{Z} \cdot \overset{\circ}{Y}}{2}\right) \cdot \overset{\circ}{I}_S \quad (32)$$

### 2.3. Kapasitansın Etkileri:

Nominal  $\Pi$  devresi halini düşünelim.



RC devre gerilim düşmesi ihmal edilince gerilim değişikliği yaklaşık CS kadardır.

$$|\overset{\circ}{E}_S| < |\overset{\circ}{E}_R|$$

Demek ki yüksek halde kapasitanstan dolayı hat başı gerilimi daha küçük veya gerçekte olduğu gibi hatbaşı gerilimi sabit ve kapasitanstan dolayı yüksüz halde hat sonu gerilim daha yüksek (Ferranti Effekt) olur.

### 2.4. Güç Kayıpları:

Yüksüz halde hatbaşından kapasitans nedeniyle çekilen akım (şarj akımı)  $|\overset{\circ}{I}_C|$  ise, hat sonundan X mesafede kapasitans akımı;

$$|\overset{\circ}{I}| = \frac{X}{l} \cdot |\overset{\circ}{I}_C| \quad (33)$$

Çekilen kapasitans akımlarının efektif değerleri,

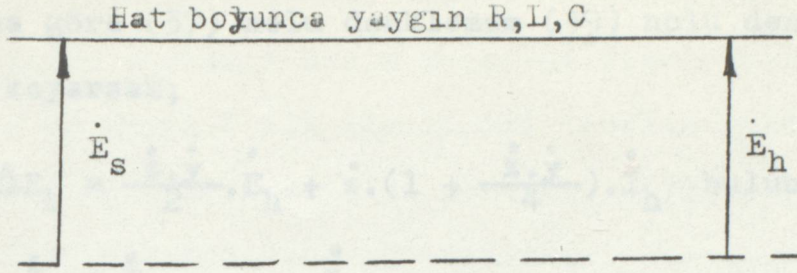
$$|\overset{\circ}{I}|^2 = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l \frac{|\overset{\circ}{I}_C|^2}{l^2} \cdot x^2 \cdot dx = \frac{|\overset{\circ}{I}_C|^2}{3}$$

ve faz başına kayıplar,

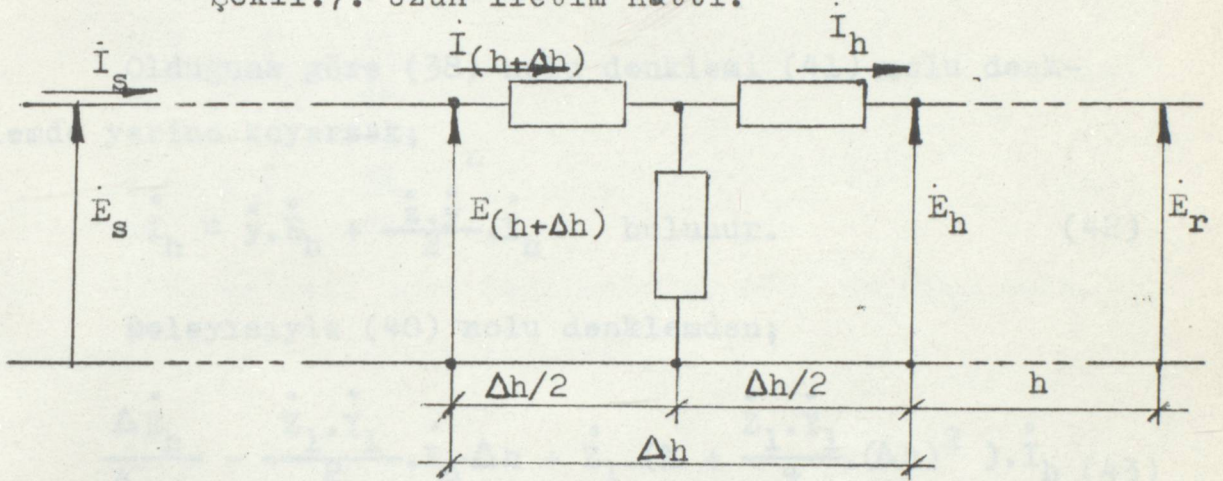
$$P = \frac{|I_c|^2 \cdot R}{3 \cdot 10^3} \quad (\text{Kw/faz}) \text{ olur.} \quad (34)$$

### 3. Uzun İletim Hatları:

Bir iletim hattının direnç, endüktans ve kapasitans tansı gerçekten hat boyunca yayılmış vaziyette değerlerdir. İletim hattının gerilim ve akım denklemleri bulunurken elektriksel hat sabitleri böyle düşünülmesi gerekir. Kısa ve orta uzunluktaki iletim hatlarında hesaplamada dikkate alınan sabitleri blok değerler halinde düşünülürse yaklaşık bir hesaplama uyguladık. Şimdi gerçek durum, yani elektriksel hat sabitlerini yaygın vaziyette düşünerek denklemlerimizi kuralım. Bu denklemler tabi ki kısa, orta uzunlukta ve uzun her çeşit iletim hatları için geçerli olacaktır ve kesin neticeler verecektir. Bu amaçla Şekil.7. ve Şekil.8.'de uzun bir iletim hattı ve bu iletim hattının nihayetinden itibaren h metre mesafeden  $\Delta h$  boyunda bir çok kısa hat elemanı gösterilmiştir. Bu hat elemanında bir direnç, endüktans ve kapasitans vardır. Biz direnç, endüktans ve kapasitansı göstermek üzere orta uzunluktaki iletim hatlarında T ve  $\Pi$  devre şekillerini gördük.  $\Delta h$  çok kısa olduğuna göre bu devre şekilleri dikkate aldığımız hat elemanına uygulanabilir. Şekil. 8.'de bu hat elemanının nominal T devresi halinde gösterilmiştir.



Şekil.7. Uzun İletim Hattı.



Şekil. 8. Uzun İletim Hattının  
Nominal T Devresi

Şimdi bu hat elemanına bildiğimiz T formüllerini uygulayabiliriz;

Hattın birim boyuna ait empedansı :  $\dot{Z}_1$

" " " " admitansı :  $\dot{Y}_1$  ise,

H boyundaki hat elemanının  $\dot{z}$  ve  $\dot{y}$ , empedans ve admitansı:

$$\dot{z} = \dot{Z}_1 \cdot \Delta h = (R_1 + jX_1) \cdot \Delta h \quad (35)$$

$$\dot{y} = \dot{Y}_1 \cdot \Delta h = (G_1 + jB_1) \cdot \Delta h \quad (36)$$

O halde,

$$E_{(H + \Delta h)} = \left(1 + \frac{\dot{z} \cdot \dot{y}}{2}\right) \cdot \dot{E}_h + \dot{z} \cdot \left(1 + \frac{\dot{z} \cdot \dot{y}}{4}\right) \cdot \dot{I}_h \quad (37)$$

olduğuna göre (37) nolu denklem (39) nolu denklemde yerine koyarsak;

$$\Delta E_h = \frac{\dot{z} \cdot \dot{y}}{2} \cdot \dot{E}_h + \dot{z} \cdot \left(1 + \frac{\dot{z} \cdot \dot{y}}{4}\right) \cdot \dot{I}_h \quad \text{bulunur.} \quad (40)$$

$$\dot{I}_h = \dot{I}_{(h+\Delta h)} + \dot{I}_h \quad (41)$$

Olduğuna göre (38) nolu denklemi (41) nolu denklemde yerine koyarsak;

$$\dot{I}_h = \dot{y} \cdot \dot{E}_h + \frac{\dot{z} \cdot \dot{y}}{2} \cdot \dot{I}_h \quad \text{bulunur.} \quad (42)$$

Dolayısıyla (40) nolu denklemden;

$$\frac{\Delta E_h}{\Delta h} = \frac{\dot{z}_1 \cdot \dot{y}_1}{2} \cdot \dot{E}_h \cdot \Delta h + \dot{z}_1 \cdot \left(1 + \frac{\dot{z}_1 \cdot \dot{y}_1}{4} \cdot (\Delta h)^2\right) \cdot \dot{I}_h \quad (43)$$

bulunur. (42) nolu denklemden de;

$$\frac{\Delta I_h}{\Delta h} = \dot{y}_1 \cdot \dot{E}_h + \frac{\dot{z}_1 \cdot \dot{y}_1}{2} \cdot \dot{I}_h \cdot \Delta h \quad \text{bulunur.} \quad (44)$$

$\Delta h \rightarrow 0$  olursa

$$\frac{\Delta E_h}{\Delta h} \rightarrow \frac{dE_h}{dh} = \frac{dE}{dh} \quad (45)$$

$$\frac{\Delta I_h}{\Delta h} \rightarrow \frac{dI_h}{dh} = \frac{dI}{dh} \quad \text{olur.} \quad (46)$$

O halde;

$$\frac{dE}{dh} = \dot{z}_1 \cdot \dot{I} \quad (47)$$

$$\frac{dI}{dh} = \dot{y}_1 \cdot \dot{E} \quad \text{bulunur.} \quad (48)$$

Bu surette biz uzun iletim hattında hat nihayetinden itibaren herhangi bir h mesafede iletim hattının gerilimi E ve akımı I ile ilgili iki denklem bulduk. Şimdi bu denklemlerde E'yi ve I'yi çözelim. (47) ve (48) nolu denklemleri bir kez daha türetirsek;

$$\frac{d^2 \overset{\circ}{E}}{dh^2} = \overset{\circ}{Z}_1 \cdot \frac{d \overset{\circ}{I}}{dh} \quad (49)$$

$$\frac{d^2 \overset{\circ}{I}}{dh^2} = \overset{\circ}{Y}_1 \cdot \frac{d \overset{\circ}{E}}{dh} \quad \text{bulunur.} \quad (50)$$

(47) ve (48) nolu denklemleri, (49) ve (50) nolu denklemlerdeki yerlerine koyarsak;

$$\frac{d^2 \overset{\circ}{E}}{dh^2} = \overset{\circ}{Z}_1 \cdot \overset{\circ}{Y}_1 \cdot \overset{\circ}{E} \quad (51)$$

$$\frac{d^2 \overset{\circ}{I}}{dh^2} = \overset{\circ}{Z}_1 \cdot \overset{\circ}{Y}_1 \cdot \overset{\circ}{I} \quad (52)$$

Bu denklemler 2. mertebeden sabit katsayılı diferansiyel denklemlerdir. Çözüm kalıpları bellidir. Bir tanesini çözersek diğeri de belli olacaktır. Biz (51) nolu denklem olan gerilimin çözümünü ele alalım. Gerilimin çözümü;

$$\overset{\circ}{E} = A \cdot e^{mh} \quad (53)$$

İletim tarzında bir büyüklüktür ve bunun ilgili iletim hattına ait olabilmesi için m ve A büyüklüklerin verilen bilgilerden bulunması gerekir.

$$\overset{\circ}{E} = A \cdot e^{mh} \quad \text{ise (51) nolu denklem şu şekilde olur.}$$

$$A \cdot m^2 \cdot e^{mh} = Z_1 \cdot Y_1 \cdot A \cdot e^{mh} \quad (53)$$

$$m^2 = Z_1 \cdot Y_1$$

$$m_1 = \sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \quad \text{ve} \quad m_2 = -\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \quad \text{çıkar.}$$

Böylece;

$$\ddot{E} = A_1 \cdot e^{\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h} + A_2 \cdot e^{-\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h} \quad (54)$$

(52) nolu denklem de benzer şekilde çözülecek;

$$\ddot{I} = B_1 \cdot e^{\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h} + B_2 \cdot e^{-\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h} \quad (55)$$

Şimdi  $A_1$  ve  $A_2$  katsayılarını verilen ilk şartlardan bulalım:

$h = 0$  için;

$$\text{a)-} \quad \ddot{E} = \ddot{E}_r, \quad \ddot{I} = \ddot{I}_r$$

$$\text{b)-} \quad \left(\frac{d\ddot{E}}{dh}\right)_{h=0} = Z_1 \cdot \ddot{I}_r$$

$$\text{c)-} \quad \left(\frac{d\ddot{I}}{dh}\right)_{h=0} = Y_1 \cdot \ddot{E}_r \quad \text{oldukları bilinmektedir.}$$

(54) nolu denklemde  $h=0$  olunca;

$$\ddot{E} = A_1 + A_2 = \ddot{E}_r \quad (56)$$

(54) nolu denklemde  $h$ 'a göre bir kez türetirsek;

$$\frac{d\ddot{E}}{dh} = A_1 \cdot \sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot e^{\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h} - A_2 \cdot \sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot e^{-\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} \cdot h}$$

bulunur. (57) nolu denklemde  $h$  yerine 0 koyarsak;

$$\left(\frac{d\dot{E}}{dh}\right)_{h=0} = \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot (A_1 - A_2) = \dot{Z}_1 \cdot \dot{I}_R \quad (58)$$

olduğuna göre (56) ve (65) nolu denklemden  $A_1$  ve  $A_2$  katsayıları;

$$A_1 = 1/2 \cdot \left( \dot{E}_R + \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_R \right) \quad (59)$$

$$A_2 = 1/2 \cdot \left( \dot{E}_R - \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_R \right) \quad (60)$$

olur. O halde  $\dot{E}$ 'nin tam çözümü (54) nolu denklemde yerine konularak bulunur.,

$$\begin{aligned} \dot{E} = & 1/2 \cdot \left( \dot{E}_R + \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_R \right) \cdot e^{\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h} + \\ & 1/2 \cdot \left( \dot{E}_R - \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_R \right) \cdot e^{-\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h} \end{aligned} \quad (61)$$

olur. Bunun gibi  $\dot{I}$  akımı için (55) nolu denklemden  $h=0$  olunca;

$$\dot{I} = B_1 + B_2 = \dot{I}_R \quad \text{oluyor.} \quad (62)$$

Ayrıca (55) nolu denklemi  $h$ 'a göre bir kez türetirsek;

$$\frac{d\dot{I}}{dh} = B_1 \cdot \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot e^{\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h} - B_2 \cdot \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot e^{-\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h}$$

$$\left(\frac{d\dot{I}}{dh}\right)_{h=0} = \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot (B_1 - B_2) = \dot{Y}_1 \cdot \dot{E}_R \quad \text{olur.} \quad (63)$$

O halde (62) ve (63) nolu denklemlerden  $B_1$  ve  $B_2$  katsayıları;

$$B_1 = 1/2 \cdot \left( \dot{I}_R + \frac{\dot{Y}_1}{\dot{Z}_1} \cdot \dot{E}_R \right) \quad (64)$$



$$E_2 = 1/2.(\dot{I}_R - \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{Z_1}} \cdot \dot{E}_R) \quad (65)$$

olur. O halde  $\dot{I}$ 'nin tam çözümü (55) nolu denklemde yerine konularak bulunur.

$$\dot{I} = 1/2.(\dot{I}_R + \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{Z_1}} \cdot \dot{E}_R) \cdot e^{\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h} + 1/2.(\dot{I}_R - \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{Z_1}} \cdot \dot{E}_R) \cdot e^{-\sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h} \quad (66)$$

Gerilim ve akım için uzun taşıma hatlarında bulduğumuz bu denklemler üstel veya eksponsiyel fonksiyonlar tarzında yazılmıştır. Faydalı bir yazılış şekli olmakla beraber, gerilim ve akım denklemleri başka şekillerde de yazılabilmektedir.

Hiperbolik fonksiyonlarla yazılış şekli;

$$\text{Cosh } x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \quad (67)$$

$$\text{Sinh } x = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \quad (68)$$

$$x = \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h \quad (69)$$

olduğuna göre (61) nolu denklem şöyle olur;

$$\dot{E} = \dot{E}_R \cdot \text{Cosh} \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h + \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_R \cdot \text{Sinh} \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h \quad (70)$$

bunun gibi (66) nolu denklemde;

$$\dot{I} = \dot{I}_R \cdot \text{Cosh} \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h + \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{Z_1}} \cdot \dot{E}_R \cdot \text{Sinh} \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h \quad (71)$$

olur.  $\theta$ ; taşıma açısı olup;

$$\theta = \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h \quad \text{olur.} \quad (72)$$

Dolayısıyla (72) nolu denklemi, (70) ve (71) nolu denklemlerdeki yerine koyarsak;

$$\dot{E} = \dot{E}_r \cdot \text{Cosh}\theta + \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} \cdot \dot{I}_r \cdot \text{Sinh}\theta \quad (73)$$

$$\dot{I} = \dot{I}_r \cdot \text{Cosh}\theta + \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{\dot{Z}_1}} \cdot \dot{E}_r \cdot \text{Sinh}\theta \quad \text{bulunur.} \quad (74)$$

Diğer bir yazılış şekli de seri fonksiyonlar yardımı ile;

$$\text{Sinh}x = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots \quad (75)$$

$$\text{Cosh}x = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \quad (76)$$

$$x = \sqrt{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1} \cdot h \quad (77)$$

(70) nolu denklemi seri fonksiyonlar yardımı ile şöyle yazabiliriz;

$$\begin{aligned} \dot{E} = & \left( 1 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1 \cdot h^2}{2} + \frac{\dot{Z}_1^2 \cdot \dot{Y}_1^2 \cdot h^4}{24} + \frac{\dot{Z}_1^3 \cdot \dot{Y}_1^3 \cdot h^6}{720} + \dots \right) \dot{E}_r \quad (78) \\ & + \dot{Z}_1 \cdot h \cdot \left( 1 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1 \cdot h^2}{6} + \frac{\dot{Z}_1^2 \cdot \dot{Y}_1^2 \cdot h^4}{120} + \frac{\dot{Z}_1^3 \cdot \dot{Y}_1^3 \cdot h^4}{5040} + \dots \right) \cdot \dot{I}_r \end{aligned}$$

(71) nolu denklemin de seri fonksiyonlar yardımı ile yazılış şekli;

$$\dot{I} = \left( 1 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1 \cdot h^2}{2} + \dots \right) \dot{I}_r + \dot{Y}_1 \cdot h \cdot \left( 1 + \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Y}_1 \cdot h^2}{6} + \dots \right) \dot{E}_r$$

Karakteristik Empedans (Naturel Empedans):  $Z_0$

$$\begin{aligned} \dot{Z}_0 &= \sqrt{\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Y}_1}} = \sqrt{\frac{\dot{Z}_1 \cdot h}{\dot{Y}_1 \cdot h}} = \sqrt{\frac{\dot{Z}_1 \cdot l}{\dot{Y}_1 \cdot l}} = \sqrt{\frac{\dot{Z}}{\dot{Y}}} = \frac{\dot{Z}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \quad (80) \\ \frac{1}{\dot{Z}_0} &= \sqrt{\frac{\dot{Y}_1}{\dot{Z}_1}} = \frac{\dot{Y}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \end{aligned}$$

$\check{Z}_0$  kullanarak, hatbaşı gerilimini ve akımını yazacak olursak;

(61) nolu denklemde (80) nolu denklem kullanılırsa

$$\check{E}_s = 1/2.(\check{E}_r + \check{Z}_0.\check{I}_r).e^{\sqrt{\check{Z}.Y}} + 1/2.(\check{E}_r - \check{Z}_0.\check{I}_r).e^{-\sqrt{\check{Z}.Y}} \quad (82)$$

$$\check{E}_s = \check{E}_r.\text{Cosh}\sqrt{\check{Z}.Y} + \check{Z}.\check{I}_r.\frac{\text{Sinh}\sqrt{\check{Z}.Y}}{\sqrt{\check{Z}.Y}} \quad (83)$$

$$\check{E}_s = (1 + \frac{\check{Z}.Y}{2} + \frac{\check{Z}^2.Y^2}{24} + \frac{\check{Z}^3.Y^3}{720} + \dots).\check{E}_r + \check{Z}.(1 + \frac{\check{Z}.Y}{6} + \frac{\check{Z}^2.Y^2}{120} + \frac{\check{Z}^3.Y^3}{5040} + \dots).\check{I}_r \quad (84)$$

$$\check{I}_s = 1/2.(\check{I}_r + \frac{1}{\check{Z}_0}.\check{E}_r).e^{\sqrt{\check{Z}.Y}} + 1/2.(\check{I}_r - \frac{1}{\check{Z}_0}.\check{E}_r).e^{-\sqrt{\check{Z}.Y}} \quad (85)$$

$$\check{I}_s = \check{I}_r.\text{Cosh}\sqrt{\check{Z}.Y} + Y.\check{E}_r.\frac{\text{Sinh}\sqrt{\check{Z}.Y}}{\sqrt{\check{Z}.Y}} \quad (86)$$

$$\check{I}_s = (1 + \frac{\check{Z}.Y}{2} + \frac{\check{Z}^2.Y^2}{24} + \dots).\check{I}_r + Y.(1 + \frac{\check{Z}.Y}{6} + \frac{\check{Z}^2.Y^2}{120} + \frac{\check{Z}^3.Y^3}{5040} + \dots).\check{E}_r \quad (87)$$

### 3.1. Esdeğer T ve Esdeğer $\Pi$ Devreleri:

Uzun hat formülleri kesin netice veren formüllerdir. Önceden tanıdığımız T ve  $\Pi$  formüllerinde bir yaklaşıklık vardır. Ama T veya  $\Pi$  modellerinde verilen  $\check{Z}$  ve  $\check{Y}$  değerleri yerine başka  $\check{Z}$  ve  $\check{Y}$  değerleri kullanarak T veya  $\Pi$  formülleriyle uzun hat formüllerinin verdiği kesin sonuçları elde etmek mümkündür. Bu şekilde düşünülen devrelere T ve eşdeğer  $\Pi$  devreleri denir.

Esdeğer  $\Pi$  'nin değerlerini  $\check{Z}$ ,  $\check{Y}$  ile eşdeğer T'nin

değerlerini  $Z''$ ,  $Y''$  ile gösterelim. Mattın  $Z'$  ve  $Y'$  değerleri ile bunlar arasındaki bağlantılar;

$$\dot{E}_S = \dot{E}_R \cdot \text{Cosh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}} + \dot{Z} \cdot \dot{I}_R \cdot \frac{\text{Sinh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \quad (\text{uzunhat}) \quad (88)$$

$$\dot{E}_S = \dot{E}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}' \cdot \dot{Y}'}{2}\right) + \dot{Z}' \cdot \dot{I}_R \quad (\text{eşdeğer } \Pi) \quad (89)$$

$$\dot{E}_S = \dot{E}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}'' \cdot \dot{Y}''}{2}\right) + \dot{Z}'' \cdot \dot{I}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}'' \cdot \dot{Y}''}{2}\right) \quad (\text{eşdeğer T}) \quad (90)$$

$$\dot{I}_S = \dot{I}_R \cdot \text{Cosh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}} + \dot{Y}' \cdot \dot{E}_R \cdot \frac{\text{Sinh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \quad (\text{uzunhat}) \quad (91)$$

$$\dot{I}_S = \dot{I}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}' \cdot \dot{Y}'}{2}\right) + \dot{Y}' \cdot \dot{E}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}' \cdot \dot{Y}'}{4}\right) \quad (\text{eşdeğer } \Pi) \quad (92)$$

$$\dot{I}_S = \dot{I}_R \cdot \left(1 + \frac{\dot{Z}'' \cdot \dot{Y}''}{2}\right) + \dot{Y}'' \cdot \dot{E}_R \quad (\text{eşdeğer T}) \quad (93)$$

Bu formüllerin karşılaştırılmasından;

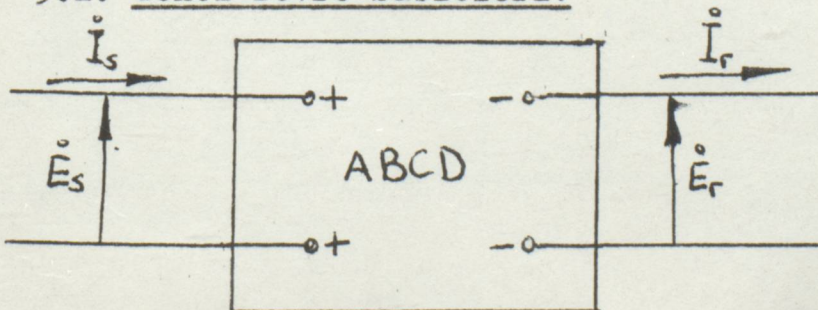
$$\dot{Z}' = \frac{\dot{Z} \cdot \text{Sinh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \quad (94)$$

$$\frac{\dot{Y}'}{2} = \frac{\dot{Y}}{2} \cdot \tanh\left(\frac{(\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}})/2}{(\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}})/2}\right) \quad (95)$$

$$\dot{Y}'' = \dot{Y} \cdot \frac{\text{Sinh} \sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}}{\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}}} \quad (96)$$

$$\frac{\dot{Z}''}{2} = \frac{\dot{Z}}{2} \cdot \tanh\left(\frac{(\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}})/2}{(\sqrt{\dot{Z} \cdot \dot{Y}})/2}\right) \quad \text{bulunur} \quad (97)$$

### 3.2. Genel Devre Sabitleri:



Şekil.9. Dört Uçlu Bir Devre

Elde ettiğimiz bütün gerilim ve akım denklemlerini şöyle kısaca yazabiliriz.

$$\overset{\circ}{E}_s = \overset{\circ}{A} \cdot \overset{\circ}{E}_r + \overset{\circ}{B} \cdot \overset{\circ}{I}_r \quad (98)$$

$$\overset{\circ}{I}_s = \overset{\circ}{D} \cdot \overset{\circ}{I}_r + \overset{\circ}{C} \cdot \overset{\circ}{E}_r \quad (99)$$

Burada geçen  $\overset{\circ}{A}$ ,  $\overset{\circ}{B}$ ,  $\overset{\circ}{C}$ ,  $\overset{\circ}{D}$  sabitlerine iletim hattının genel devre sabitleri denir. Ne oldukları denklem şekillerine başvurmak suretiyle hemen görülebilir.  $\overset{\circ}{A}$ ,  $\overset{\circ}{B}$ ,  $\overset{\circ}{C}$ ,  $\overset{\circ}{D}$  sabitleri arasında belli bağlantılar vardır.

En önemlisi;

$$\overset{\circ}{A} \cdot \overset{\circ}{D} = \overset{\circ}{B} \cdot \overset{\circ}{C} = 1 \text{ dir.} \quad (100)$$

İletim hattı simetrik olduğu takdirde;

$$\overset{\circ}{A} = \overset{\circ}{D} \text{ dir.} \quad (101)$$

Devre No	Devre Tipi	Genel devre konstantlarının değerleri			
		A	B	C	D
1	Empedans	1	$\dot{z}$	0	1
2	Admittans	1	0	$\dot{y}$	1
3	T dencisi	$1 + \dot{z}_2 \cdot \dot{y}$	$\dot{z}_2 + \dot{z}_1 + \dot{z}_2 \dot{z}_1 \dot{y}$	$\dot{y}$	$1 + \dot{z}_2 \cdot \dot{y}$
4	T dencisi	$1 + \dot{z}_2 \cdot \dot{y}$	$\dot{z}$	$\dot{y}_2 + \dot{y}_1 + \dot{z}_2 \dot{y}_2 \dot{y}_1$	$1 + \dot{z}_2 \cdot \dot{y}$
5	Uzun İletim Hatı	$\cosh \sqrt{\dot{z}\dot{y}} = 1 + \frac{\dot{z}^2 \dot{y}^2 \dot{z}^2 \dot{y}^2}{24} + \frac{\dot{z}^4 \dot{y}^4 \dot{z}^4 \dot{y}^4}{720} + \dots$	$\frac{\dot{z} \cdot \sinh \sqrt{\dot{z}\dot{y}}}{\sqrt{\dot{z}\dot{y}}} = \dot{z} \cdot \left( 1 + \frac{\dot{z}^2 \dot{y}^2}{120} + \frac{\dot{z}^4 \dot{y}^4}{5040} + \dots \right)$	$\dot{y} \cdot \frac{\sinh \sqrt{\dot{z}\dot{y}}}{\sqrt{\dot{z}\dot{y}}} = \dot{y} \cdot \left( 1 + \frac{\dot{z}^2 \dot{y}^2}{120} + \frac{\dot{z}^4 \dot{y}^4}{5040} + \dots \right)$	$\cosh \sqrt{\dot{z}\dot{y}} = 1 + \frac{\dot{z}^2 \dot{y}^2 \dot{z}^2 \dot{y}^2}{24} + \frac{\dot{z}^4 \dot{y}^4 \dot{z}^4 \dot{y}^4}{720} + \dots$
6		$A_1 A_2 + C_1 \cdot B_2$	$B_1 A_2 + D_1 B_2$	$A_1 C_2 + C_1 B_2$	$B_1 C_2 + D_1 B_2$
7		$\frac{A_1 B_2 + B_1 A_2}{B_1 + B_2}$	$\frac{B_1 \cdot B_2}{B_1 + B_2}$	$C_1 + C_2 - \frac{(A_1 A_2)(B_1 - B_2)}{B_1 + B_2}$	$\frac{B_1 D_2 + B_2 D_1}{B_1 + B_2}$

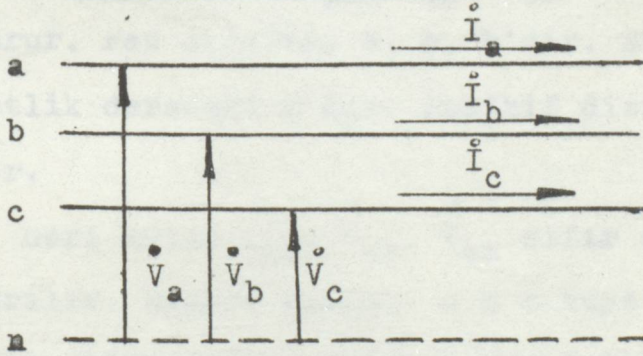
Tablo 1-Basit devrelere ait genel devre konstantları :

BÖLÜM II.

ILETİMDE SİMETRİSİZLİKLER

Simetrik bileşenler veya simetrik koordinatlar metodu, dengesiz çok fazlı sistemleri, herbiri dengeli çokfazlı birer sistem olan bileşenlere ayırmak suretiyle dengeli sistemler için kullanılan hesap metodlarının dengesiz sistemlere de uygulanmasını sağlayan bir methodur. Elektrik sistemindeki arızaların büyük bir bölümü simetrik olmayan arızalardır. Simetrik olmayan arızalar üzerine yapılan incelemelere yardımcı olmak amacıyla kullanılan simetrik bileşenleri ve simetrisiz durumları belirtelim.

1. Simetrik Bileşenler:



Şekil.10. Üç fazlı bir enerji sistemi

Dengesiz büyüklükler için, bu enerji sisteminde gerilimlerin şiddet ve faz açıları olmak üzere 6 değer gereklidir. Örneğin:  $\dot{V}_a = V_a \angle \theta$  dediğimiz zaman  $\dot{V}_a$ 'nin fazör olarak belirlenmesi için şiddeti olan  $V_a$  değeri ve faz açısı olan  $\theta$ 'nin bilinmesi gerekiyor.

Şimdi herbir faz geriliminin üç bileşeni olduğunu düşünelim.

$$\dot{V}_a = \dot{V}_{a0} + \dot{V}_{a1} + \dot{V}_{a2} \quad (102)$$

$$\dot{V}_b = \dot{V}_{b0} + \dot{V}_{b1} + \dot{V}_{b2} \quad (103)$$

$$\dot{V}_c = \dot{V}_{c0} + \dot{V}_{c1} + \dot{V}_{c2} \quad (104)$$

Faz gerilimlerinin serbestlik derecesi 6 olduğuna göre (  $\dot{V}_a, \dot{V}_b, \dot{V}_c, \theta_a, \theta_b, \theta_c$  ) yukarıdaki bileşenler de tamamen bağımsız olamaz. Şimdi  $\dot{V}_{a1}, \dot{V}_{b1}, \dot{V}_{c1}$  a, b, c sıralı üç fazlı dengeli bir sistem oluşturduğunu düşünelim. Bunun serbestlik derecesi 2 olur. Örneğin  $\dot{V}_a, \theta_a$  gibi. Bu ikisi belli olunca  $\dot{V}_b, \theta_b, \dot{V}_c, \theta_c$ 'de belli olmak zorundadır. Çünkü kabülümüze göre, dengeli bir sistem oluşmaktadır. Pozitif dizi bileşenleri diyoruz ve 1 indisi ile gösteriyoruz.

Benzer olarak  $\dot{V}_{a2}, \dot{V}_{b2}, \dot{V}_{c2}$  'de dengeli bir sistem oluşturur. Faz sıraları a, b, b'dir. Bu sistem içinde serbestlik derecesi 2'dir. Pozitif dizi bileşenleri adı verilir.

Geri kalan  $\dot{V}_{a0}, \dot{V}_{b0}, \dot{V}_{c0}$  sıfır dizi bileşenleri adı verilir. Bunlar dengeli a b c veya a c b faz sıralı bir dizi oluşturamaz. Yoksa yukarıdakilerine eklenmelidir. Serbestlik dereceleri 2 olabilir. Bu durumda  $\dot{V}_{a0}, \dot{V}_{b0}, \dot{V}_{c0}$  için her üçünün şiddeti eşit, fazca aynı olma koşulunu getirelim. Böyle bir sisteme simetrik bileşenler adı verilir.

a Operatörü: Bu operatör bir fazörünü  $120^\circ$  döndürme etkisi olup, şiddete ise etkimemektedir.



$$a = 1 \sqrt[3]{120^\circ} \quad (105)$$

$$a^2 = 1 \sqrt[3]{-120^\circ} \quad (106)$$

$$a^3 = 1 \sqrt[3]{0^\circ} \quad (107)$$

Şimdi simetrik bileşenlerin tanımlarını hatırlayarak (a) operatörlerini uygulayalım.

$\vec{V}_{b1}$ ,  $\vec{V}_{a1}$ 'den  $120^\circ$  geri ve  $\vec{V}_{c1}$ 'den ise  $240^\circ$  geri (veya ileri) olduğuna göre;

$$\vec{V}_{b1} = a^2 \cdot \vec{V}_{a1}$$

$$\vec{V}_{c2} = a^2 \cdot \vec{V}_{a2}$$

$$\vec{V}_{c1} = a \cdot \vec{V}_{a1}$$

$$\vec{V}_{bo} = \vec{V}_{ao}$$

$$\vec{V}_{b2} = a \cdot \vec{V}_{a2}$$

$$\vec{V}_{co} = \vec{V}_{ao}$$

$$\vec{V}_a = \vec{V}_{ao} + \vec{V}_{a1} + \vec{V}_{a2} \quad (108)$$

$$\vec{V}_b = \vec{V}_{bo} + \vec{V}_{b1} + \vec{V}_{b2} \quad (109)$$

$$\vec{V}_c = \vec{V}_{co} + \vec{V}_{c1} + \vec{V}_{c2} \quad (110)$$

Şeklindeki her gerilim üç bileşenden oluşurken kabul eder ve 1 indisleri a, b, c faz sıralı dengeli üç fazlı takım, 2 indisleri a, b, c faz sıralı diğer bir dengeli üç fazlı bir takım alırsak her bir takım iki serbestlik derecesi gerektirdiğinden geriye 2 serbestlik derecesi kalır. Ayrıca o indisli üç fazlıda olamaz.

Bu durumda sıfırlıları her biri eşit şiddet ve fazda alırsak böylece 2 serbestlik derecesinde kullanmış oluruz. Dengeli 3 fazlı sistemde bir fazın belirlenmesi diğerlerini de kesin olarak belli eder ve bir fazın belli olması için 2 serbestlik derecesi örneğin şiddet ve açı gerekir.

Böylece matris olarak;

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_0 \\ \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \end{bmatrix} \Rightarrow \tilde{V}_{abc} = [T] \cdot \tilde{V}_{012} \quad (111)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{V}_0 \\ \dot{V}_1 \\ \dot{V}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{V}_a \\ \dot{V}_b \\ \dot{V}_c \end{bmatrix} \Rightarrow \tilde{V}_{012} = [T]^{-1} \cdot \tilde{V}_{abc} \quad (112)$$

Bileşenler üzerinde empedans etkisi ise;

$$\tilde{V}_{abc} = [Z_{abc}] \cdot \tilde{I}_{abc} \quad (113)$$

Burada  $[Z_{abc}]$  matrisi 3x3 lü olup, matrisin 9 elemanı self ve ortak empedansları gösterir. Buradan hareketle;

$$[T] \cdot \tilde{V}_{012} = [Z_{abc}] \cdot [T] \cdot \tilde{I}_{012} \quad (114)$$

veya

$$\tilde{V}_{012} = [T]^{-1} \cdot [Z_{abc}] \cdot [T] \cdot \tilde{I}_{012} \quad (115)$$

olarak bulunur. Eğer tanım olarak;

$$[Z_{012}] = [T]^{-1} \cdot [Z_{abc}] \cdot [T] \quad (116)$$

denirse;

$$\tilde{V}_{012} = [Z_{012}] \cdot \tilde{I}_{012} \quad \text{dir.} \quad (117)$$

Simetrili bileşenlerin önemi şöylece görülebilir. Tipik enerji sistem bileşenleri  $[Z_{abc}]$  matrisi diyagonal

değildir. Ama bazı simetrisi vardır ki  $[Z_{012}]$  tam veya yaklaşık diyagonal şeklindedir. Güç konusunda ise genel şekilde üç fazda akan güç;

$$\dot{S}_{3\phi} = \dot{V}_a \cdot \dot{I}_a + \dot{V}_b \cdot \dot{I}_b + \dot{V}_c \cdot \dot{I}_c \quad (118)$$

$$\dot{S}_{3\phi} = \tilde{V}_{abc_t} \cdot \tilde{I}_{abc}^* \quad (119)$$

Burada hareketle;

$$\begin{aligned} \dot{S}_{3\phi} &= \left\{ [T] \cdot \tilde{V}_{012} \right\}_t \cdot \left\{ [T] \cdot \tilde{I}_{012} \right\}^* \\ &= \tilde{V}_{012} \cdot [T]_t \cdot [T]^* \cdot \tilde{I}_{012}^* \end{aligned}$$

$$[T]_t \cdot [T]^* = 3 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (120)$$

ve bu nedenle;

$$\dot{S}_{3\phi} = 3 \cdot \tilde{V}_{012_t} \cdot \tilde{I}_{012}^* = 3 \cdot \left[ \dot{V}_0 \cdot \dot{I}_0^* + \dot{V}_1 \cdot \dot{I}_1^* + \dot{V}_2 \cdot \dot{I}_2^* \right]$$

olmaktadır.

Pozitif ve negatif bileşen devreleri yalnız senkron generatörlerin ve motorların yıldız noktaları referans baraya bağlıdır. Pozitif bileşen devresinde generatörler ve motorların iç gerilimleri bulunur, negatifte bunlar bulunmaz.

Eğer sistemde dönüş yolu varsa sıfır bileşen akımları akabilir. Bu devrede referans bara toprak düzeyindedir ve topraklama noktaları referans baraya bağlanır. Trafoların ya da döner makinaların nötr topraklama empe-

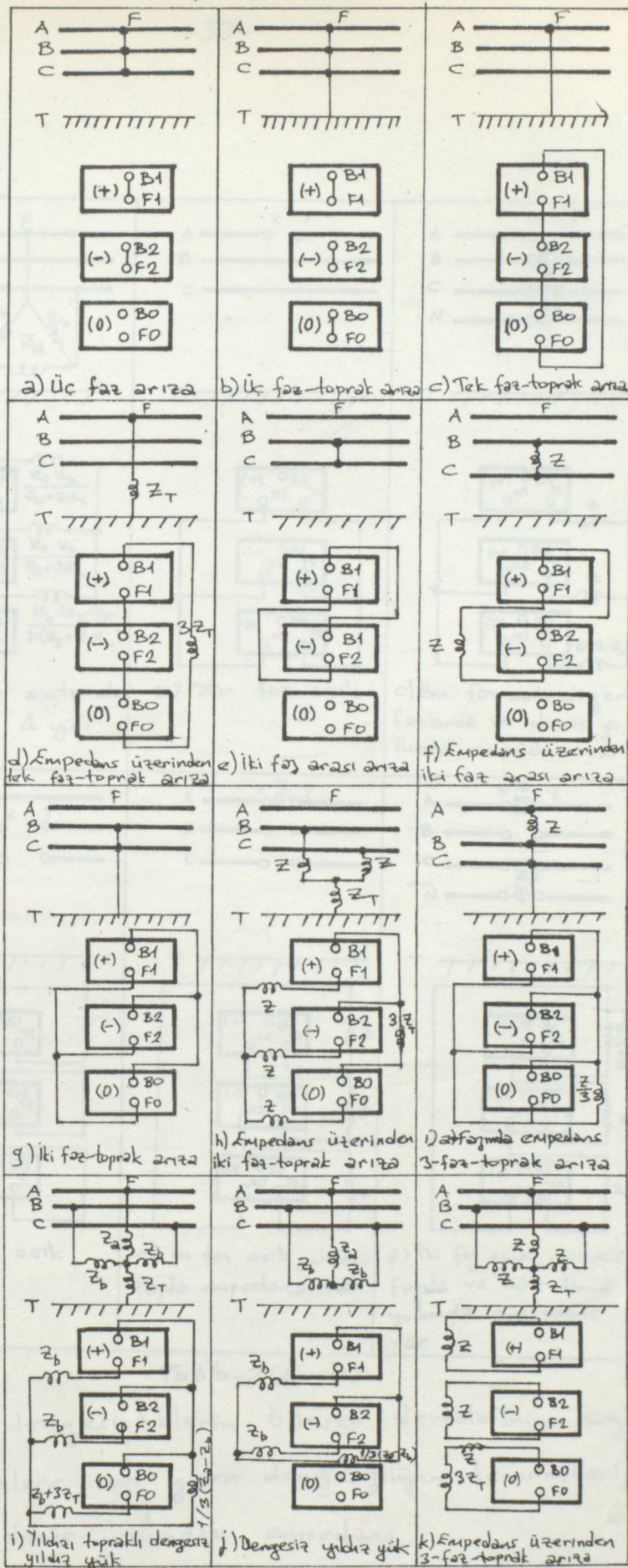
dansları sıfır bileşen devresine üç katı değerle girer.

Elektrik sisteminde döner makinaların dışındaki tüm statik elemanların (hatlar, trafolar vb.) pozitif ve negatif bileşen empedansları birbirine eşittir. Döner makinalarda genellikle pozitif ve negatif bileşen empedansları birbirinden farklıdır. Sıfır bileşen empedansları ise tüm döner makinalar ve statik elemanlar için pozitif ya da negatif bileşen değerlerinden farklılık gösterir. Ayrıca nötr empedansları, yalnız sıfır bileşen devrelerinde ve senkron generatör ve motorların iç gerilimleri, yalnız pozitif bileşen devresinde görülür.

## 2. Simetrisiz Durumlar:

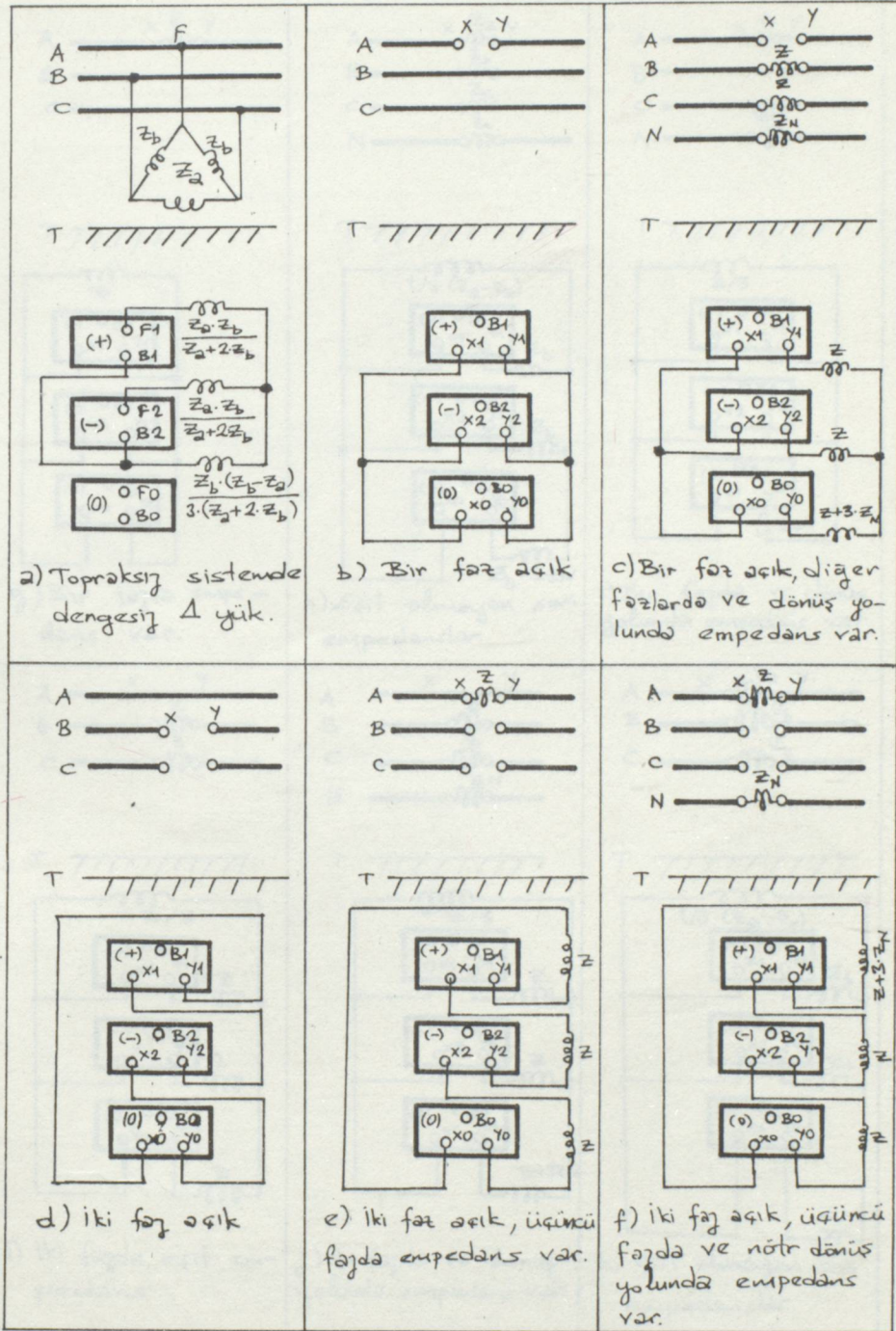
Elektrik sistemindeki simetrisizlikler, ya sistemin yapısından veya çok büyük bir bölümü simetrik olmayan arızalar sonucu oluşur. Bu arızalar tek faz-toprak, iki faz-toprak, iletken kopmasıyla bir ya da iki fazın açık kalması, ..vb. arızalar sayılabilir. Arıza direkt bağlantı veya bir devre elemanı üzerinden oluşabilir. İletimdeki simetrisizlikler genelde hatlarda ve yüklerde tesis simetrisizlikleri ile arızalar olarak üç şekilde ele alınabilir. İletimdeki simetrisizlikleri tanımlayan bağlantı şekilleri ile çözümleri veren bileşen sistemlerin montajı aşağıdaki tablolarda ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Arıza ve dengesizliklerin bileşen devrelerinin bağlantı tabloları çizilmiştir.



Tablo-2

Arıza ve dengesizliklerin bileşen devrelerinin bağlantısı.  
 F1: Arıza noktası, B: Referans bara, (+), (-), (0): pozitif, negatif, sıfır bileşen devreleri.



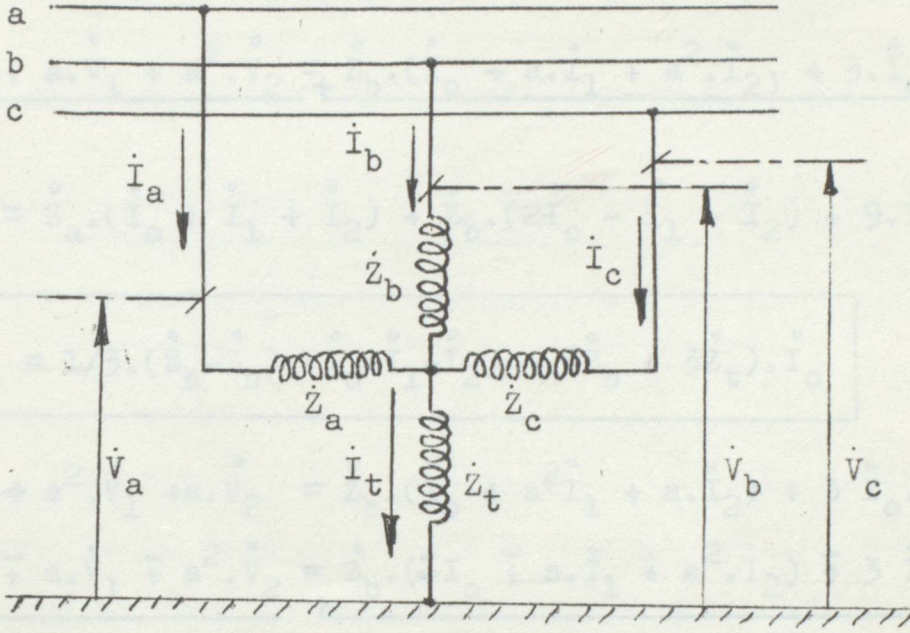
Tablo-2 (devam)

Arıza ve dengesizliklerin bileşen devrelerinin bağlantısı.  
 $X, Y$ : İletkenlere seri girilen dengesizliğin terminaleri,  
 $Z_N$ : Nötr dönüş yolundaki empedans.

<p>g) Bir fazda empedans var.</p>	<p>h) Eşit olmayan seri empedanslar.</p>	<p>i) Bir fazda ve dönüş yolunda empedans var.</p>
<p>j) İki fazda eşit empedans.</p>	<p>k) İki fazda ve dönüş yolunda empedans var.</p>	<p>l) Eşit olmayan seri empedanslar.</p>

Tablo 2 (devamı)

Yıldız bağı bir yükün, bir fazında dengesizlik olması durumunda dizi şebeke bağlantıları:



$$\dot{I}_a = \dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_b = \dot{I}_0 + a^2 \cdot \dot{I}_1 + a \cdot \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_c = \dot{I}_0 + a \cdot \dot{I}_1 + a^2 \cdot \dot{I}_2$$

$$\dot{I}_t = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c$$

$$\dot{I}_t = 3 \cdot \dot{I}_0$$

$$\dot{V}_a = \dot{Z}_a \cdot \dot{I}_a + \dot{I}_t \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_0 + \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 3 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_b = \dot{Z}_b \cdot \dot{I}_b + \dot{I}_t \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_0 + a^2 \cdot \dot{V}_1 + a \cdot \dot{V}_2 = \dot{Z}_b (\dot{I}_0 + a^2 \cdot \dot{I}_1 + a \cdot \dot{I}_2) + 3 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_c = \dot{Z}_c \cdot \dot{I}_c + \dot{I}_t \cdot \dot{Z}_t$$



$$\dot{V}_0 + \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = \dot{Z}_a \cdot (\dot{I}_a + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 3 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_a + a^2 \cdot \dot{V}_1 + a \cdot \dot{V}_2 = \dot{Z}_b \cdot (\dot{I}_0 + a^2 \cdot \dot{I}_1 + a \cdot \dot{I}_2) + 3 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\underline{\dot{V}_0 + a \cdot \dot{V}_1 + a^2 \cdot \dot{V}_2 = \dot{Z}_b \cdot (\dot{I}_0 + a \cdot \dot{I}_1 + a^2 \cdot \dot{I}_2) + 3 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t}$$

$$3 \cdot \dot{V}_0 = \dot{Z}_a \cdot (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + \dot{Z}_b \cdot (2\dot{I}_0 - \dot{I}_1 - \dot{I}_2) + 9 \cdot \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\dot{V}_0 = 1/3 \cdot (\dot{Z}_a - \dot{Z}_b) \cdot (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + (\dot{Z}_b + 3\dot{Z}_t) \cdot \dot{I}_0$$

$$\dot{V}_0 + a^2 \cdot \dot{V}_1 + a \cdot \dot{V}_2 = \dot{Z}_b \cdot (\dot{I}_0 + a^2 \dot{I}_1 + a \cdot \dot{I}_2) + 3 \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t$$

$$\underline{\dot{V}_0 + a \cdot \dot{V}_1 + a^2 \cdot \dot{V}_2 = \dot{Z}_b \cdot (a \dot{I}_0 + \dot{I}_1 + a^2 \cdot \dot{I}_2) + 3 \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t}$$

$$\dot{V}_1(a^2 - a) + \dot{V}_2(a - a^2) = \dot{Z}_b \left[ \dot{I}_1(a^2 - a) + \dot{I}_2(a - a^2) \right]$$

$$-\dot{V}_1(a - a^2) + \dot{V}_2(a - a^2) = -\dot{Z}_b \cdot \dot{I}_1(a - a^2) + \dot{Z}_b \cdot \dot{I}_2(a - a^2)$$

$$\dot{V}_2 - \dot{V}_1 = \dot{Z}_b (\dot{I}_2 - \dot{I}_1)$$

$$\dot{V}_2 = \dot{V}_1 - \dot{Z}_b (\dot{I}_2 - \dot{I}_1)$$

$$\dot{V}_a = \dot{V}_0 + \dot{V}_1 + (\dot{V}_1 + \dot{Z}_b (\dot{I}_2 - \dot{I}_1)) = \underbrace{\dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 3 \dot{I}_0 \cdot \dot{Z}_t}_B$$

$V_0$  değerini yerine koyarsak;

$$\underbrace{1/3 \cdot (\dot{Z}_a - \dot{Z}_b) \cdot (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2)}_A = \dot{Z}_b \dot{I}_0 + 3 \dot{Z}_t \dot{I}_0 + 2 \dot{V}_1 + \dot{Z}_b (\dot{I}_2 - \dot{I}_1) = B$$

$$2 \dot{V}_1 + A + \dot{Z}_b \dot{I}_0 + \dot{Z}_b (\dot{I}_2 - \dot{I}_1) = \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2)$$

$$2 \dot{V}_1 = \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) - 1/3 \cdot \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 1/3 \cdot \dot{Z}_b (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) - \dot{Z}_b (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 2 \dot{Z}_b \dot{I}_1$$

$$2\dot{V}_1 = 2/3 \cdot \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) - 2/3 \cdot \dot{Z}_b (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 2\dot{Z}_b \dot{I}_1$$

$$\dot{V}_1 = 1/3 \cdot (\dot{Z}_a - \dot{Z}_b) \cdot (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + \dot{Z}_b \dot{I}_1 \text{ bulunur.}$$

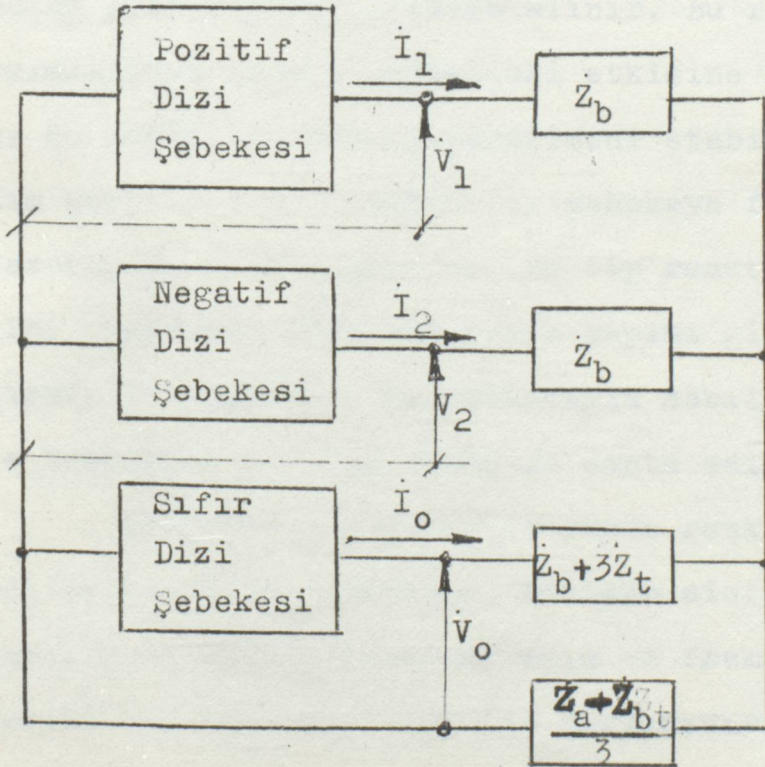
$$\dot{V}_0 + \dot{V}_1 + \dot{V}_2 = \dot{Z}_a (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + 3\dot{I}_0 \dot{Z}_t$$

denkleminde bulunan  $\dot{V}_0$  ve  $\dot{V}_1$  değerleri yerine konur;

$$\dot{V}_2 = 1/3 \cdot (\dot{Z}_a - \dot{Z}_b) \cdot (\dot{I}_0 + \dot{I}_1 + \dot{I}_2) + \dot{Z}_b \dot{I}_2$$

denklemini elde edilir.

Bulunan  $\dot{V}_0$ ,  $\dot{V}_1$ ,  $\dot{V}_2$  dizi şebekeler aynı anda karşılanmalıdır. Dizi şebekeler aşığıdaki şekilde olduğu gibi bağlanırsa, yukarıdaki koşullar sağlanır. Daha sonra bu bağlantı şeklini reaktör arızası hesaplarında kullanacağız.



### BÖLÜM III

#### :REAKTÖRLER:

Reaktörler iki ayrı tiptedirler:

a)- Şönt Reaktörler

b)- Seri Reaktörler(Akım Sınırlayıcı Reaktör)

#### Şönt Reaktörler:

Bazı yüksek gerilim iletim sistemlerinde, güç uzun mesafeler boyunca taşındığı için yüklenme akımı çok yüksektir. Yüksek yüklenme periyotları esnasında, bu yüksek yüklenme akımları faydalı etkilere sahiptir. Fakat düşük yüklenme şartları esnasında yüklenme akımı iletim sisteminin akarken gerilim artışı oluşması nedeniyle zorluklar yaratır.

Bu durumu kontrol altına almak için bir metod Şönt Reaktörlerin sisteme monte edilmesidir. Reaktör yalnızca düşük yüklemelerde sisteme alınır. Bu reaktörler yüklenme akımlarının iletim hattındaki etkisine nötralize ederler ve bu suretle sistemin gerilimini stabilize etmeye yardımcı ederler. Şönt Reaktörler şebekeye fazlararası veya faz-toprak arası bağlanır. Bu tip reaktörler trafolar gibi yağlıdır. Aynı bir trafo yapımı gibi bir demir çekirdek üzerine hava aralıklarıyla sarılarak imal edilir ve transformatör tip tanklara monte edilirler.

Reaktörler genellikle yüzde reaktans olarak ifade edilirler. Yüzde reaktans, trifaze sistemde uçlarındaki gerilim düşümünün (Nominal akım ve frekansta) faz-toprak gerilimine oranının 100 ile çarpımıdır.

$$\% \text{ Reaktans} = \frac{\text{Gerilim Düşümü}}{\text{Faz-nötr Gerilim}} \cdot 100$$

Monofaze sistemde ise gerilim düşümünün hatlararası gerilime oranının 100 çarpımıdır.

### Seri Reaktörler:(Akım Sınırlayıcı Reaktörler)

Kısa devre sınırlaması için seri reaktörler güç sistemlerinde bir ya da daha fazla yere monte edilir. Kısa devre şartları altında kısa devre akımlarını önemli ölçüde azaltırlar. Kısa devre akımının azalması, kısa devre akımını taşıyan aparatlar, kesiciler, baralar, izolatörler ve iletkenlerdeki zorlamaları, gerilimleri azaltır. Kısa devre akımının azaltılması dolayısıyla, kısa devrenin yüksek seviyedeki bir periyodu boyunca, güç sisteminin değişik bölümlerindeki gerilim, sistemin çalışmasını daha stabil yapmak için korunabilir.

Reaktörlerin başlıca faydalarından biri, devre kesicilerinin daha düşük kesme gücü kapasiteleriyle monte edilmelerine olanak sağlamalarıdır.

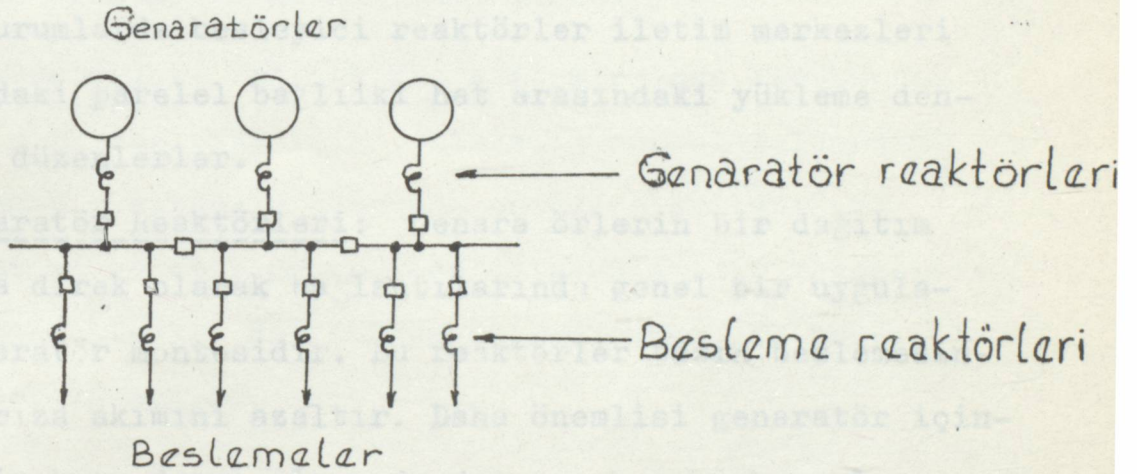
Seri Reaktörler, sistemde monte edildikleri yerlere göre sınıflandırılırlar:

- A)- Besleme Reaktörleri,
- B)- Generatör Reaktörleri,
- C)- Baz Kesimli Reaktörler,
- D)- Nötr Reaktörler.

A)-Besleme Reaktörleri: Büyük generatörlerde ve

yardımcı istasyonlarda yaygın bir uygulaması, çıkış besleyicilerin herbiri üzerine besleme reaktörlerinin montesidir. Bu reaktörler, hem generatör merkezlerinde hem de besleyiciler tarafından desteklenen şalt sahalarında daha düşük kapasiteli devre kesicilerinin montajına imkan sağlarlar.

Yardımcı istasyonları besleyen dış besleyiciler ile generatör merkezindeki generatör çıkışlarının besleme reaktörleriyle bağlantı sistemlerinin stabil olarak çalışmaları için besleme reaktörleri ile bağlantısı aşağıda gösterilmiştir.



Reaktörler kesicilerin önüne seri bağlanmıştır. Kesiciler ile besleme reaktörleri arasında bir arıza olursa, bu düzenleme ile reaktörlerden bir fayda elde edilemeyecektir.

Bu hata reaktörün devre kesicisinin girişine monte edilmesiyle önlenebilir. Ancak reaktör arızaları bir baz arızasına eşdeğer olacağı için bu bir dezavantaj olacaktır. Aynı zamanda kesici ile reaktör arasındaki bir arıza olasılığı son derece küçüktür.

Reaktörün iki tarafındaki arızalar için kısa dev-

re büyüklükleri arasında büyük bir fark sağlandığı için, besleme reaktörleri koruma rölesini basitleştirir. Bu kalitelice seçimli röle planlarını yapmayı mümkün kılar.

Besleyici reaktörler güç sistemlerinde stabiliteyi geliştirir ve bu görüş açısı çok değerlidir. Besleyici üzerinde bir arıza olduğunda, reaktör generatör istasyonu bazı üzerinde bir izafi yüksek gerilim muhafaza eder.

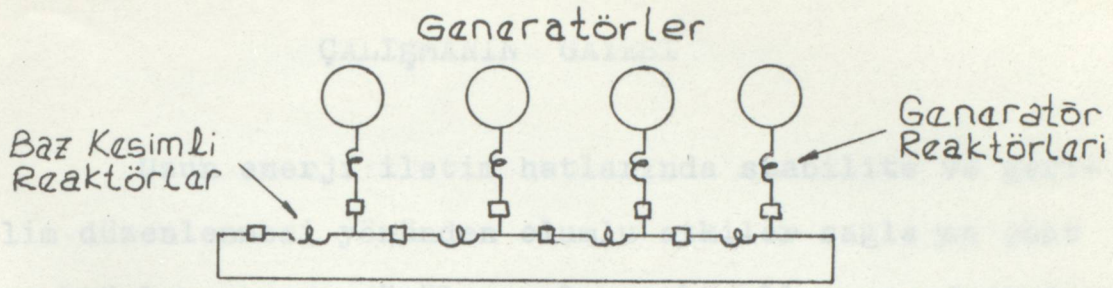
Bu kısım sıra ile generatörler ve genarator merkezleri merkezleriyle bağlantılı sistemlerin stabil olarak çalışmasını sağlar.

Bazı durumlarda besleyici reaktörler iletim merkezleri arasındaki paralel bağıllığı hat arasındaki yüklenme dengesini düzenlerler.

B)-Genaratör Reaktörleri: Genaratörlerin bir dağıtım bazıyla direk olarak bağlantılarında genel bir uygulama generatör montesidir. Bu reaktörler bazın beslemesindeki arıza akımını azaltır. Daha önemlisi generatör içindeki bir kısa devre olayında dağıtım bazını korurlar.

Baz kesimli reaktörler: Birkaç ünitenin olduğu büyük generatör merkezlerinde yaygın bir uygulama, kısmi baz uygulamasıdır. Bu şekilde baz üzerindeki bir noktadaki arızadan dolayı bütün üretim merkezi servis dışına çıkmayacaktır. Yine büyük merkezlerde uygun oranda devre kesiciler kullanılmak suretiyle akımdaki arızaların büyüklükleri kontrol altına alınabilir. Devre kesiciler vasıtasıyla bazların kısımlara dağıtılması ve kısımlar arasındaki reaktörlerin bağlantısıyla bu arzu edilen özellikler elde edilebilir.

Bağlama düzenleri, ring baz, yıldız baz, doğru bağlantılı baz gibi düzenlerle yapılabilir.



Genaratör ve baz kesimli reaktörler ile ring baz bağlantı tipi.

Bu baz kesimli reaktörler herhangi bir baz kesimleri üzerindeki kısıadevre akımlarını azaltırlar. Bu suretle genaratör sistemleri üzerindeki stabiliteyi düzenlerler.

D)-Nötr Reaktörler: Birçok güç sistemlerinde faz-toprak arıza akımını azaltmak için , sistemin normal işlemlerini etki etmeden , sistemin nötründe empedans kullanılır. rezinstans ve reaktör de bu amaç için kullanılır ve genellikle kullanılmaktadır. Kullanımda omik direnci çok küçük olan reaktör tercih edilir.

arızaların, işletme koşullarını ve dolaylı olarak yardımcı düzenlere verilecek giriş büyüklüklerini belirleyen sistem üzerindeki akım gerilim vb. temel büyüklüklere getireceği değişikliklerin incelenmesidir.

## ÇALIŞMANIN GAYESİ

Uzun enerji iletim hatlarında stabilite ve gerilim düzenlenmesi yönünden olumlu etkiler sağlayan şönt reaktörler, uygun görülen çalışma koşullarının dışında, simetrisizlikler ve arızalara karşı kontrol ve kumanda düzenleriyle koruma altındadır.

Ancak, gerek iletim ve gerek kontrol, kumanda ve koruma düzenlerinin çalışma koşullarında değişimlere neden olan tüm olasılıklara karşı güvenilir bir dizayn ve işletme sağlayabilmek için sistemin ayrıntılı analizleri yapılmalıdır.

Bu çalışmanın gayesi, Gölbaşı-Keban yüksek gerilim enerji iletim hattı örnek alınarak, böyle bir hatta bulunan şönt reaktörlerde olabilecek simetrisizlik ve arızaların, işletme koşullarını ve dolaylı olarak yardımcı düzenlere verilecek giriş büyüklüklerini belirleyen sistem üzerindeki akım gerilim vb. temel büyüklüklere getireceği değişikliklerin incelenmesidir.



#### BÖLÜM IV

##### :ÖRNEK SİSTEMİN TANITILMASI:

Türkiye Elektrik Kurumu (T.E.K.)'ndan elde edilen bilgilere göre;

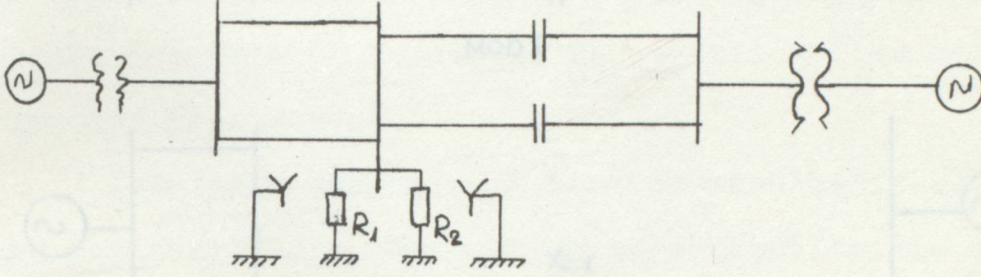
Keban Hidro-elektrik Üretim Merkezi ile Gölbaşı (Ankara) Merkezi arasında Türkiye Enterkonnekte şebekeşine elektrik enerjisi ileten örnek sistem, kuzey ve güney iki paralel iletim hattından meydana gelir. hattın ortası olan Kayseri'de kapasite bankı vardır. Hatların uzunluğu 546 Km.'dir Hattın parametre değerleri Tablo-3'de gösterilmiştir.

Keban Hidro-elektrik Santralında iki generatör vardır. Birin gruptaki generatörlerin güçleri 175 MVA ve ikinci gruptaki generatörlerin güçleri 201,5 MVA'dır.

Keban Santralında şalt sahasının müsait olmaması dolayısıyla santrala 7 Km. uzakta Keban II diye adlandırılan ikinci bir şalt tesisi yapılmıştır. Keban I ile Keban II arasında enerji 380 KV. paralel iki hat ile iletilmektedir. İleride bu hattın üçe çıkarılması planlanmıştır.

Gölbaşı İstasyonuna bağlı şebekenin geri kalan kısmı; Kebandaki II. grup generatör ve transformatör parametreleri ile aynı değerlere sahip; 5 adet generatör, 5 adet yükseltici transformatör ve Gölbaşı-Kayseri hattının üçtebiri değerinde olan iki paralel iletim hattı şeklinde eşdeğer şebeke ile temsil edilmiştir. Gerekli bilgiler Tablo.3'de verilmiştir.

Gölbaşı'ndan Kayseri'ye olan hat uzunluğu (kapasite bankının yeri) az farkla Kayseri-Keban Hattından farklıdır. Fakat yaklaşık hesaplarda, kapasitörlerin yeri Keban-Gölbaşı Hattının ortasında düşünülebilir.



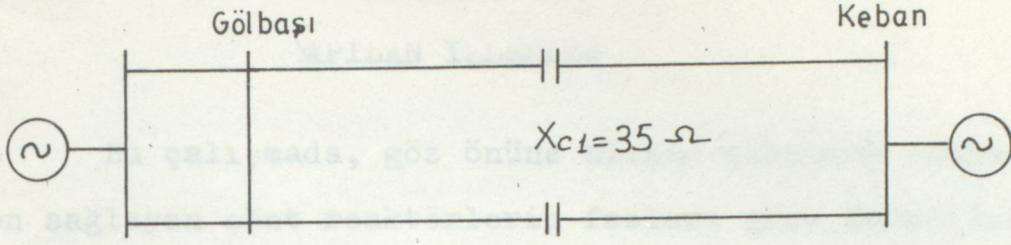
Şekil. . İncelenen Örnek Sistem

Gölbaşı şalt sahasındaki 380 KV.'luk barada 2 adet 100MVA. gücünde şönt reaktör vardır. Bunlar yıldız bağlı ve yıldız noktası toprağa direkt topraklanmıştır.

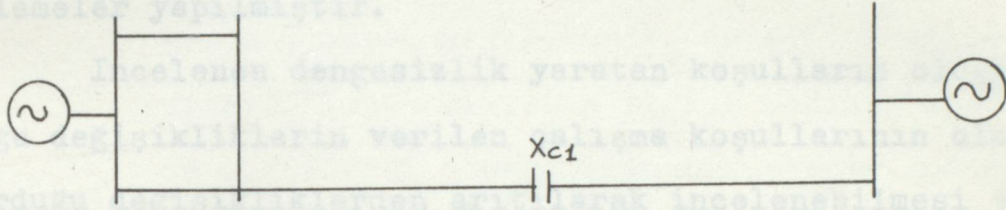
Keban-Gölbaşı iletim hattının ortasında (Kayseride) paralel hatların herbirine seri bağlı 35 ohm'luk seri kapasitörler mevcuttur.

#### Seri Kapasitörlerin Hat İle Bağlanması:

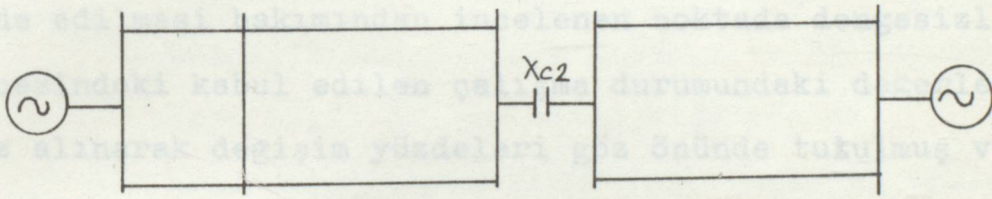
Hattın reaktansını düşürmek için seri kapasiteler değişik yerlere değişik şekilde bağlanabilir. Kapasite banklarının reaktansları, her tip bağlantı için aynı banklar tümü ile, muhtelif bağlantı şekillerde de aynı kompanzasyon etkisine sahip olacak şekilde düzenlenmiştir.



MOD I

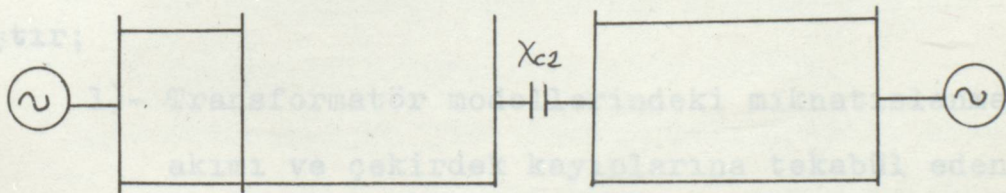


MOD II

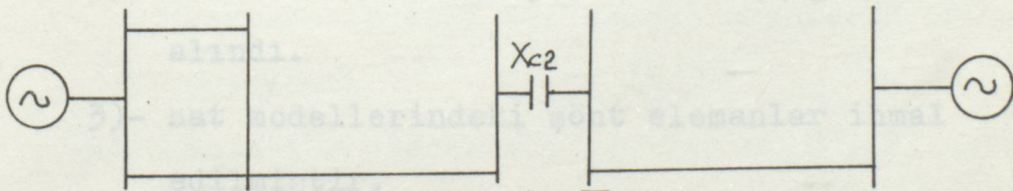


MOD III

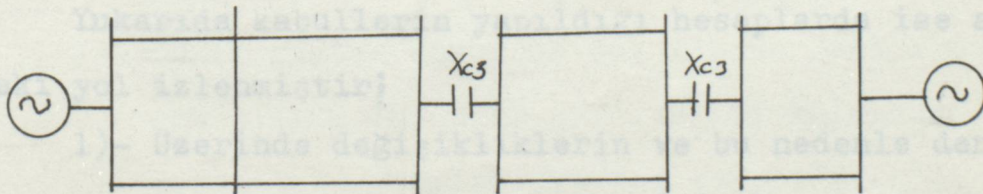
$X_{c2} = X_{c1}/2$



MOD IV



MOD V



MOD VI

$X_{c3} = X_{c2}/2 = X_{c1}/4$

Seni kapasitörlerin hatta kesitli bağlantıları ile elde edilmiş, mod kesitleri.

## BÖLÜM V

### YAPILAN İŞLEMLER

Bu çalışmada, göz önüne alınan sistemde kompanzasyon sağlayan şönt reaktörlerin fazlara göre farklılık gösterdiği dengesizlik koşulunda ve çeşitli modlar için incelemeler yapılmıştır.

İncelenen dengesizlik yaratan koşulların oluşturduğu değişikliklerin verilen çalışma koşullarının oluşturduğu değişikliklerden arıtılarak incelenebilmesi ve böylece sonuç kriterlerin yapılmasını sağlayan değerlerin elde edilmesi bakımından incelenen noktada dengesizlik öncesindeki kabul edilen çalışma durumundaki değerler baz alınarak değişim yüzdeleri göz önünde tutulmuş ve ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalarda aşağıdaki kabuller yapılmıştır;

- 1)- Transformatör modellerindeki mıknatıslanma akımı ve çekirdek kayıplarına tekabül eden şönt elemanlar ihmal edilmiştir.
- 2)- Sistemde muhtelif yük durumları göz önüne alındı.
- 3)- Hat modellerindeki şönt elemanlar ihmal edilmiştir.

Yukarıda kabullerin yapıldığı hesaplarda ise aşağıdaki yol izlenmiştir;

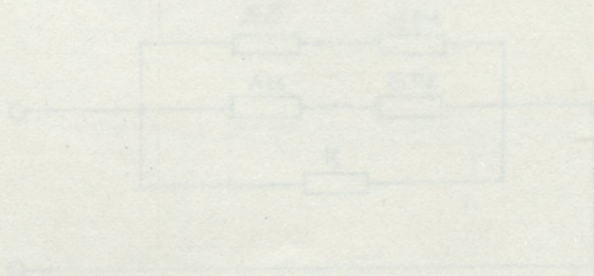
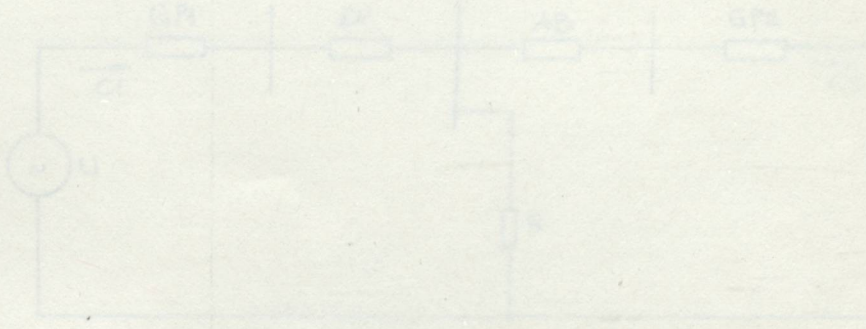
- 1)- Üzerinde değişikliklerin ve bu nedenle dengesizliklerin olduğu faz (a) olarak alınıp

pozitif, negatif ve sıfır dizi bileşen devreleri çizildi.

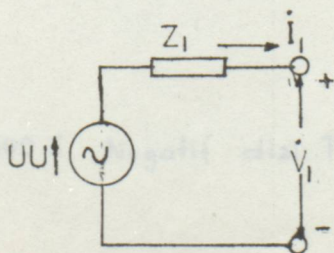
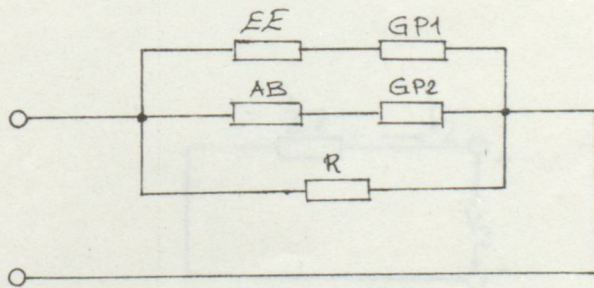
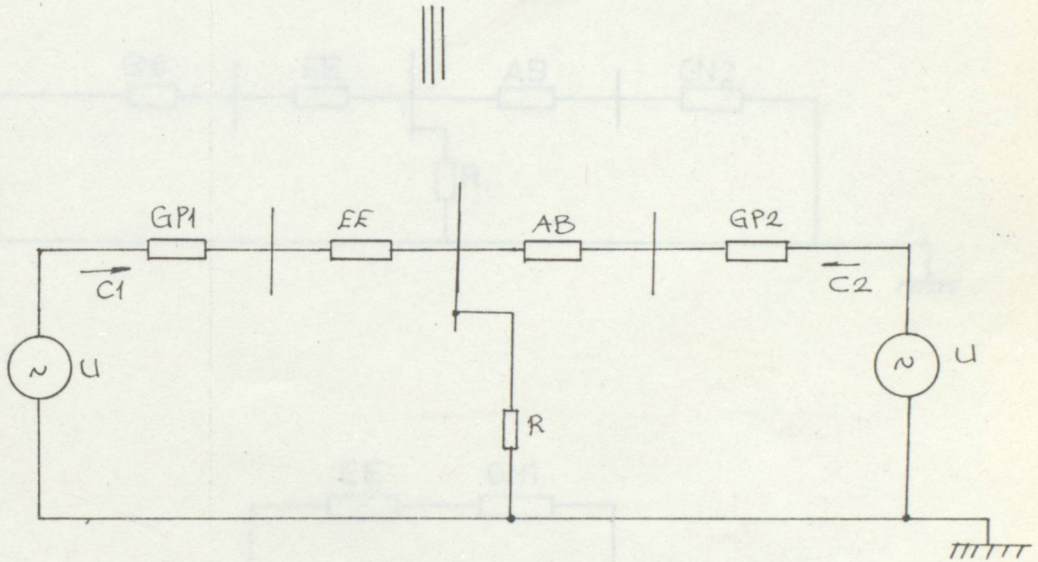
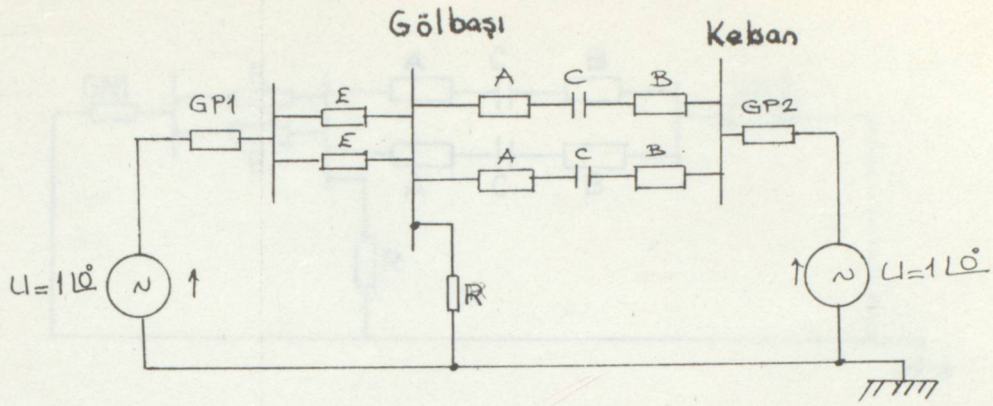
- 2)- Eşit olmayan şönt reaktör için tabloda verilen ilgili bağlama biçimiyle bileşen devrelerini birleştirdi.
- 3)- Hesapların arızalı şönt reaktörde aranan değerleri veren ilk kısımda, arızalı reaktör dışında kalan devrenin ilgili modları negatif ve sıfır dizi şebekelerinin Thevenin Eşdeğerleri alınarak tek empedans haline dönüştürüldü. Pozitif dizi şebekesinde Thevenin Eşdeğeri alınarak bir gerilim kaynağı ve bu kaynağa seri bağlı bir empedans elde edildi.
- 4)- Arızalı reaktörün elemanları bağlantı biçimine uygun, pozitif, negatif ve sıfır dizi sistemine bağlanarak, bağlantılı sistemlerin basitleştirilmiş durumları elde edildi.
- 5)- Devredeki  $R_1$  şönt reaktörünün çeşitli oranlarda arızalanması göz önüne alınarak akımlar bulundu. Daha sonra sadeleştirmeden önceki devrenin çeşitli kollardaki akımların dağılımı hesaplandı.
- 6)- Elemanlar üzerindeki gerilim düşümleri hesaplandı.
- 7)- Örnek sistem üzerinde belirlenen bazı kritik noktaların faz-nötr gerilimleri bulundu.
- 8)- İstenilen noktalardaki faz değerleri bileşen

değerlerinden bulundu.

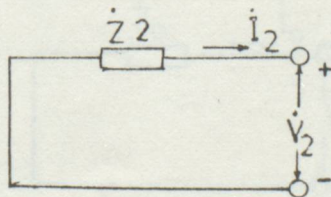
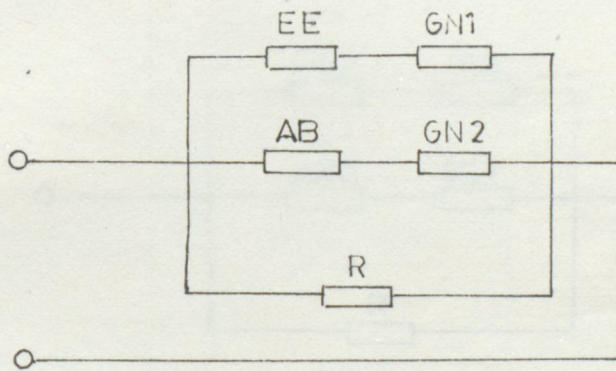
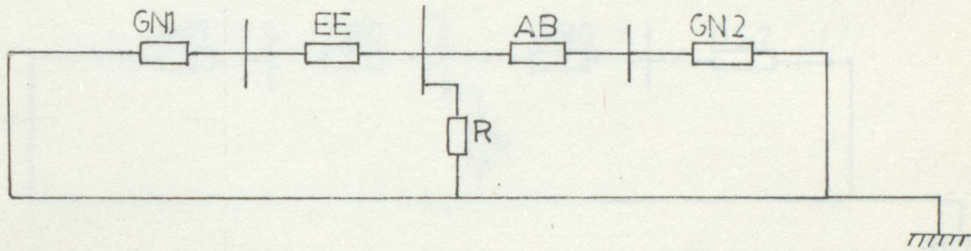
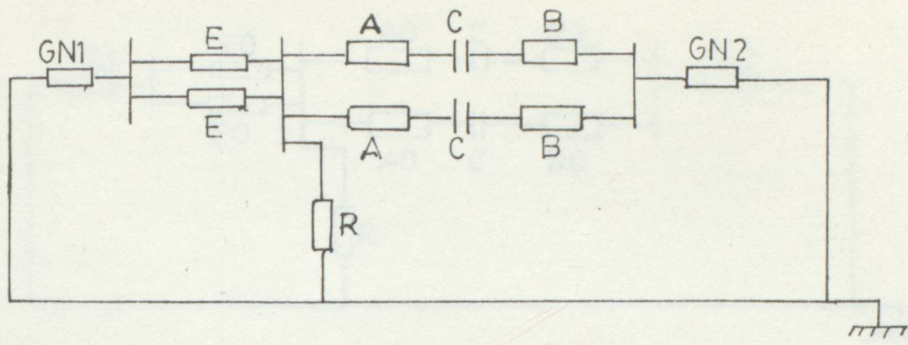
Yukarıdaki işlemler;  $R_1$  reaktörünün (a) fazındaki reaktansın %100, %80, %40, %0 (faz-toprak kısa devre) devrede olması halleri göz önüne alınarak, çeşitli çalışma modları için kompüter yardımıyla hesaplandı.



### Şebekenin Gölbaşı barasından Thevenin eşdeğer devreleri

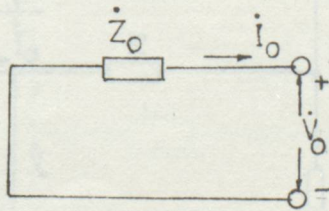
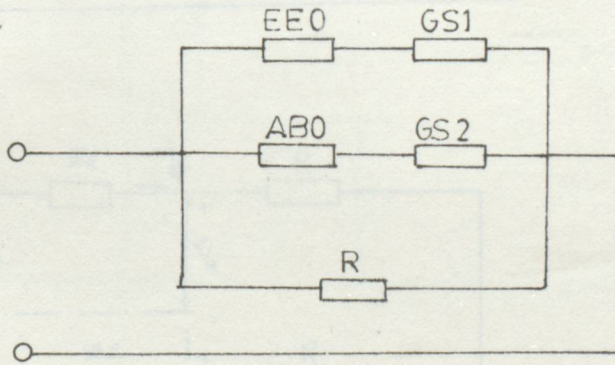
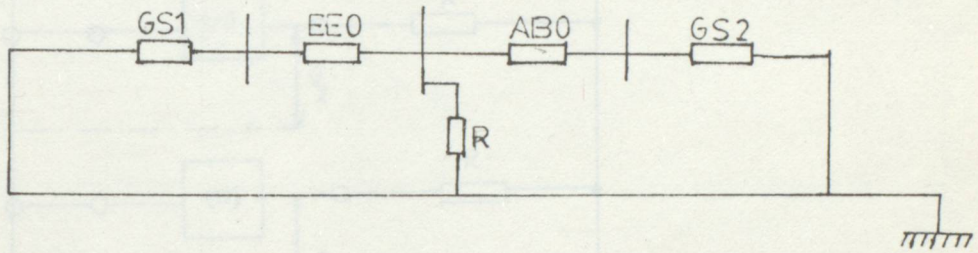
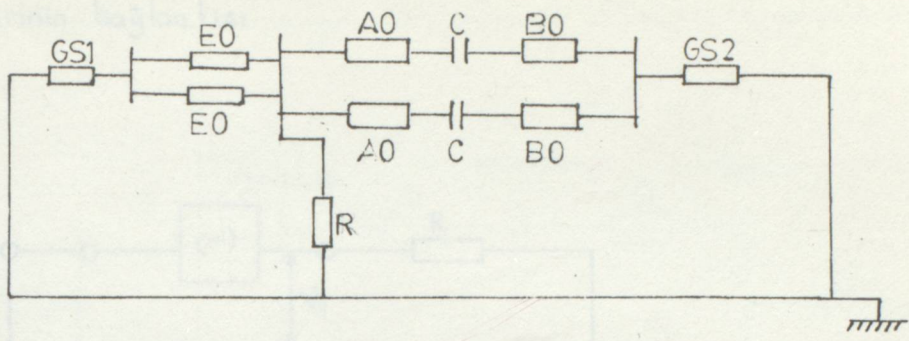


Mod I Pozitif dizi Thevenin eşdeğer devresi



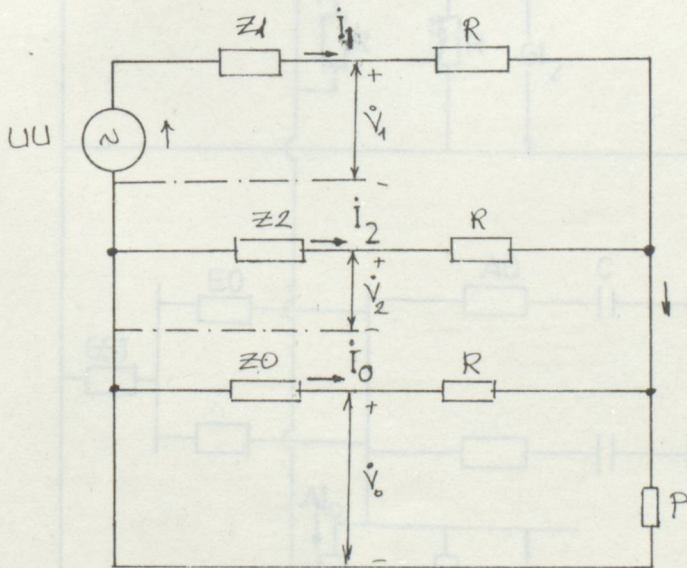
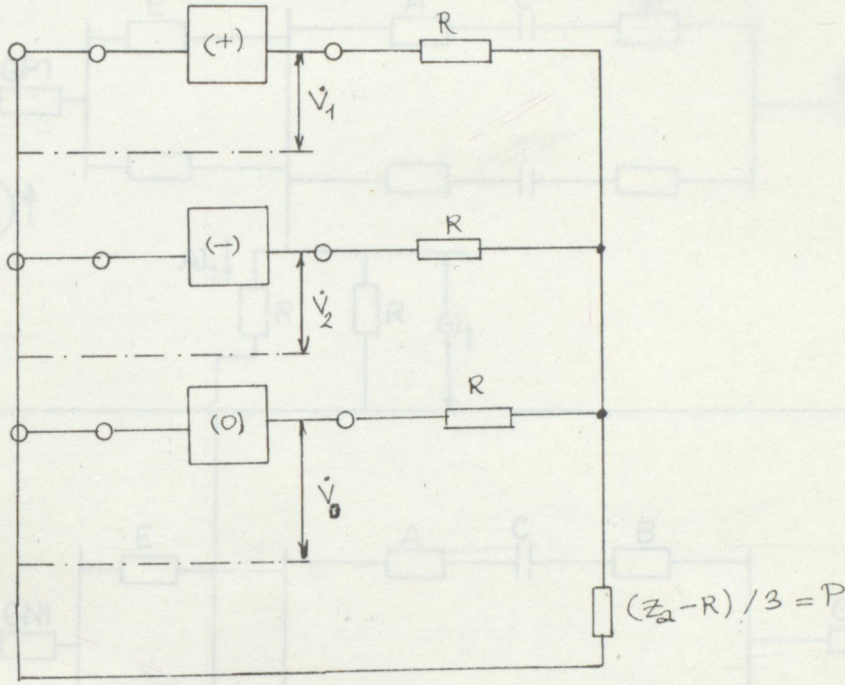
MOD I Negatif dizi Thevenin eşdeğer devresi





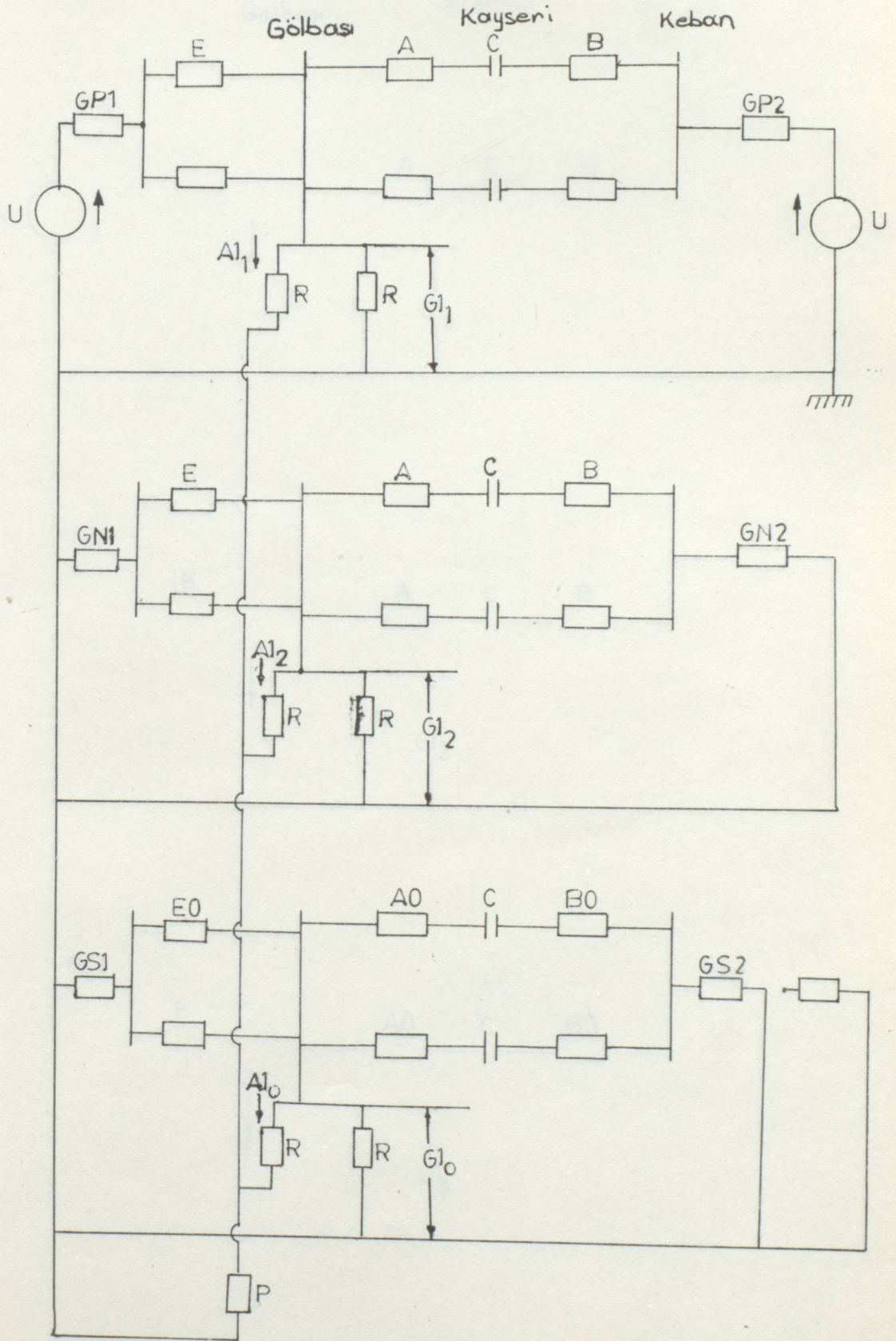
MOD I sıfır dizi Thevenin eşdeğer devresi

R1 reaktörünün a fazında arıza olması durumunda simetri bileşen devrelerinin bağlantısı



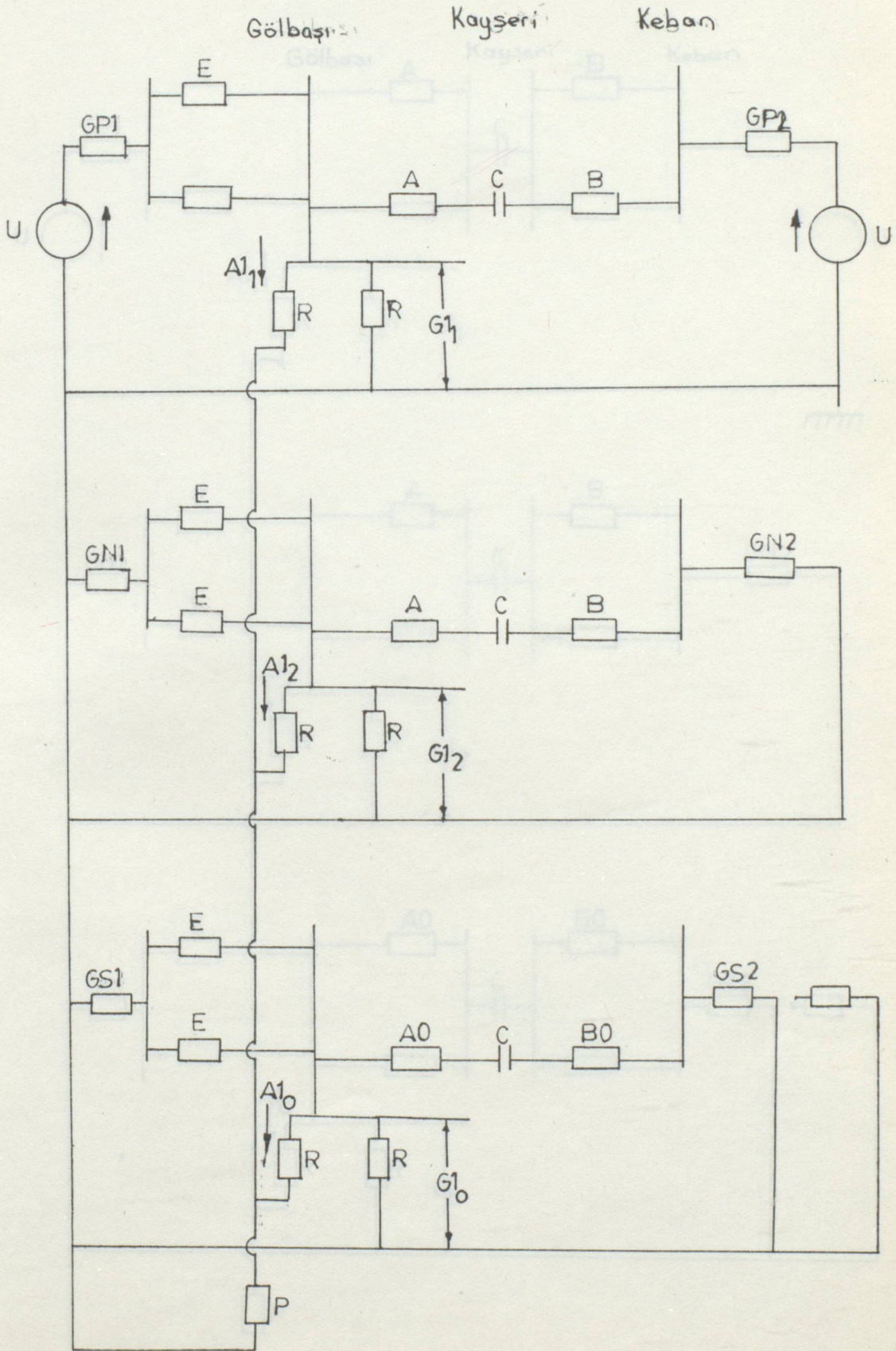
Bu simetrik bileşen devre bağlantısı, bütün çalışma modları için aynı arıza çeşidi olduğundan, her mod için kullanılacaktır.

Çeşitli modlara göre simetrik bileşen dizi şebekelerinin bağlama şekilleri ve şebeke elemanlarının bilgisayar programında kullanılan sembolleri.



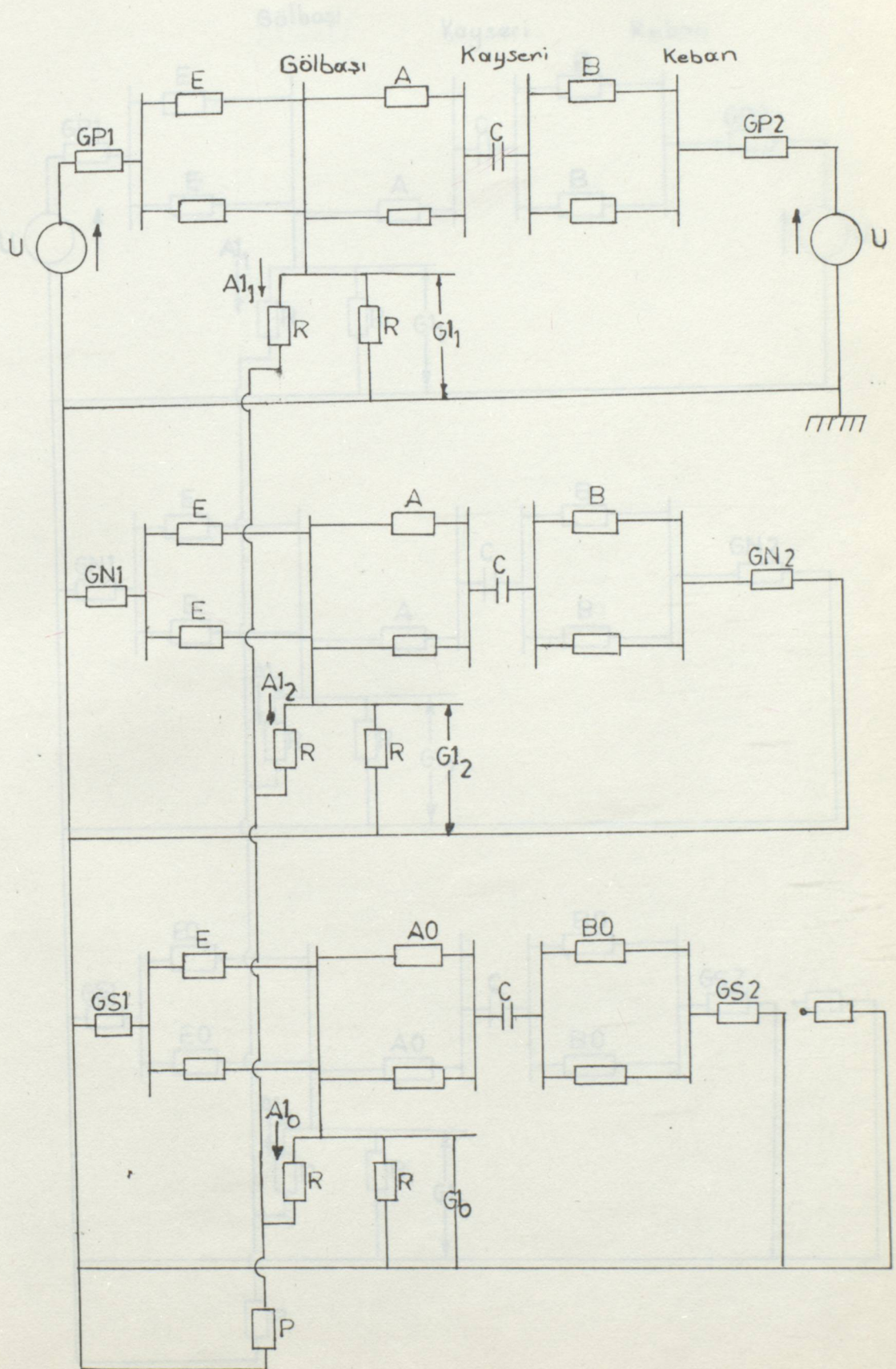
MOD I Dizi şebeke bağlantıları

MOD II Dizi Şebeke Bağlantıları

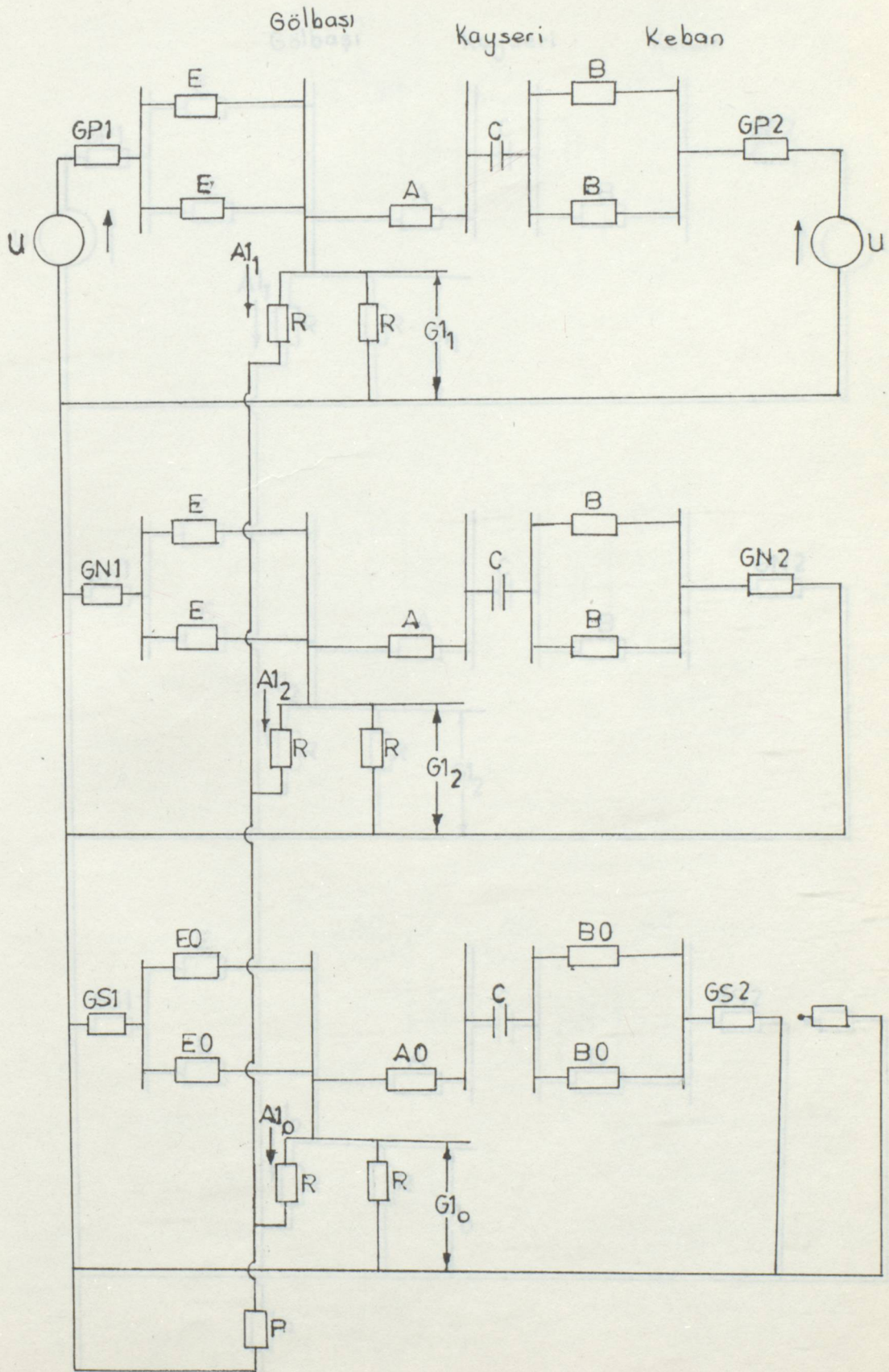


MOD III Dizi Şebeke Bağlantıları

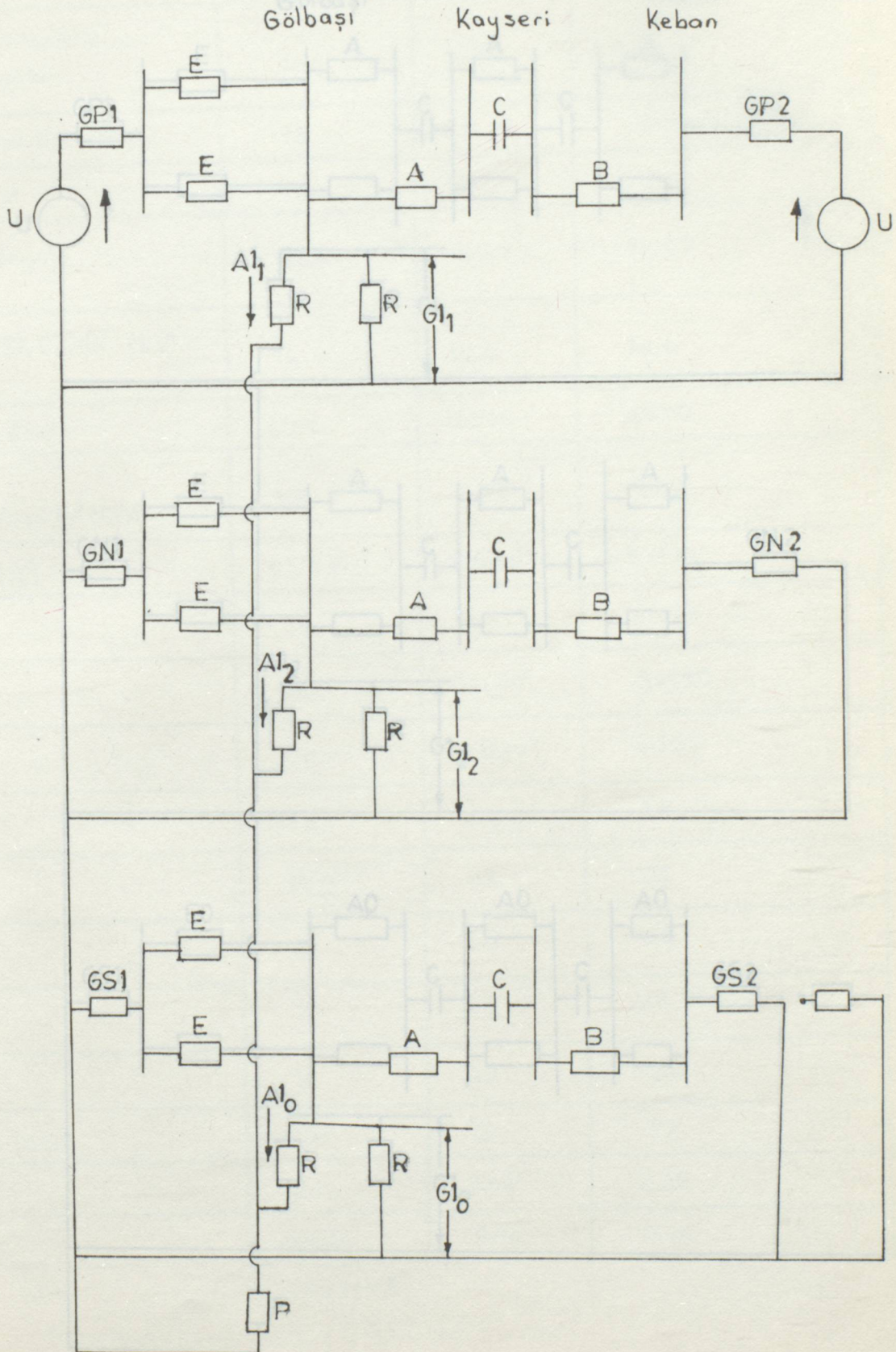
MOD IV Dizi Şebeke Bağlantıları



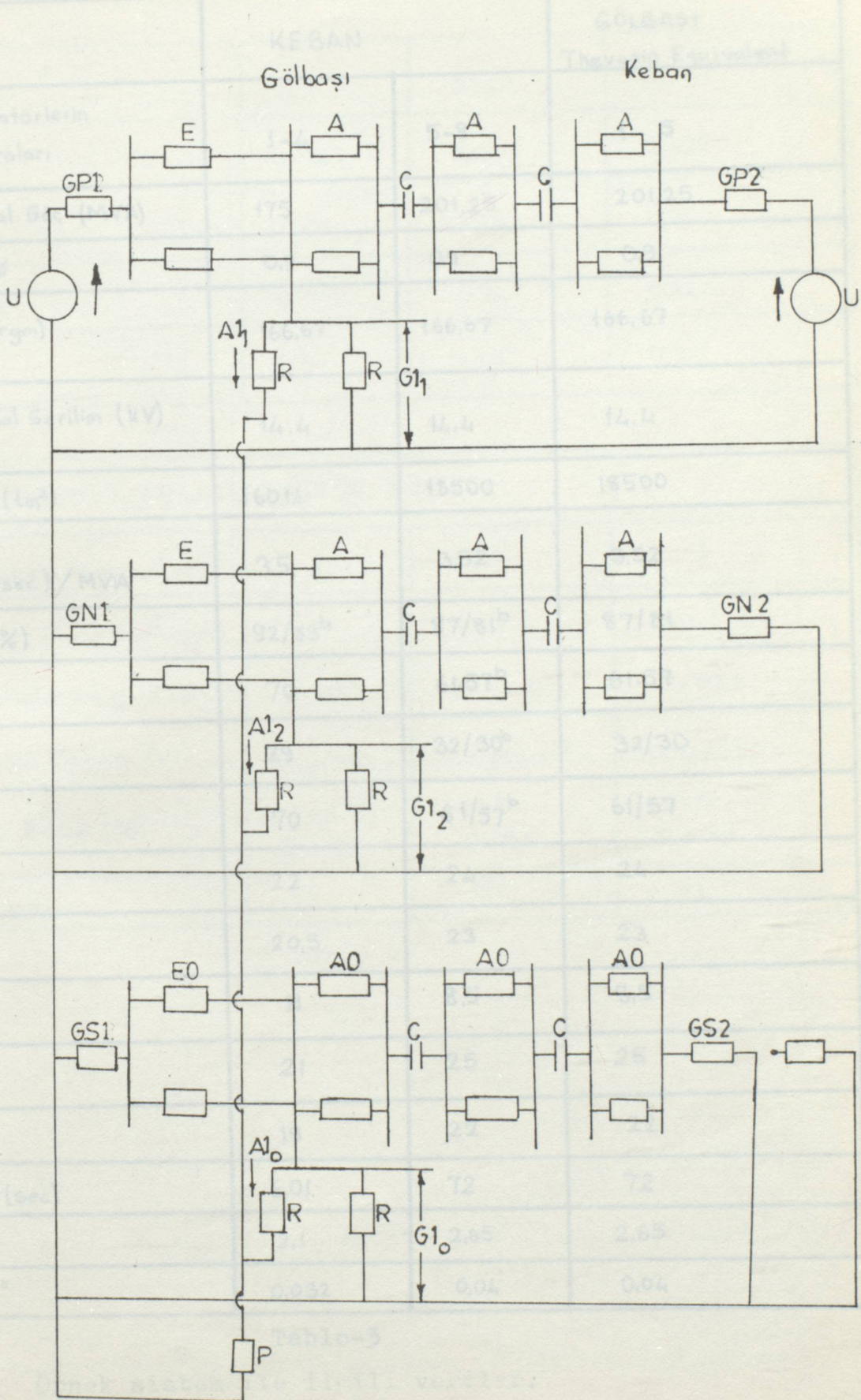
MOD IV Dizi şebeke bağlantıları



MOD V Dizi Şebeke Bağlantıları



MOD VI Dizi şebeke bağlantıları





	KEBAN		GÖLBAŞI
			Thevenin Equivalent
Generatörlerin Numaraları	1-4	5-8	1- 5
Nominal Güç (MVA)	175	201,25	201,25
Cos $\phi$	0,9	0,9	0,9
Hız (rgm)	166,67	166,67	166,67
Nominal Gerilim (kV)	14,4	14,4	14,4
$G_b^2$ (tm <sup>2</sup> )	16014	18500	18500
H (MWsec)/MVA	3,5	3,52	3,52
$X_d$ (%)	92/83 <sup>b</sup>	87/81 <sup>b</sup>	87/81
$X_q$	70	61,57 <sup>b</sup>	61,57
$X_d'$	29	32/30 <sup>b</sup>	32/30
$X_q'$	70	61/57 <sup>b</sup>	61/57
$X_q''$	22	24	24
$X_2$	20,5	23	23
$X_0$	11	8,5	8,5
$X_p$	21	25	25
$X_d''$	19	22	22
$T_{d0}$ (sec)	6,01	72	72
$T_{d'}$	2,1	2,65	2,65
$T_{d0}''$	0,032	0,04	0,04

Tablo-3

Örnek sistem ile ilgili veriler.

$T_d''$	0,02	0,027	0,027
$T_{q0}''$	0,0827	0,1425	0,1425
$T_q''$	0,026	0,06	0,06
$T_a$	0,277	0,24	0,24
$T_A$	7,77	7,82	7,82

YÜKSELTİCİ TRANSFORMATÖR VERİLERİ

Fazların Numaraları	1	1	1
Vektör Gurup Sembolleri	$Y_{n01}$	$Y_{n01}$	$Y_{n01}$
Nominal çıkış gücü (MVA)	$3 \times 60.3$	$3 \times 60.3$	$3 \times 60.3$
Yüksüz Gerilim (kV)	14.4/380	14.4/380	14.4/380
Tap Range (%)	+2x5 -2x2.5	+2x5 -2x2.5	+2x5 -2x2.5
Empedans	11	11	11

Tablo -3

	Gölbasi Kayseri	Kayseri - Keban
Uzunluk (km)	271	275
Gerilim (kV)	380	380
R (Ohm)	9,4	9,5
Cross Section	R2x945	R2x945
X (Ohm)	85,3	86,5
Y (Mmho)	937,0	950,0
R <sub>0</sub> (Ohm)	49,6	50,3
X <sub>0</sub> (Ohm)	312,1	316,7
Y <sub>0</sub> (Mmho)	481,2	488,3

Tablo -3



MODI	%	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Vc
I	80	+ 8,48	→	→	→	→	→	→	→	8,48	11,41	23,79	- 0,966	8,48
	40	+ 48,57	→	→	→	→	→	→	→	48,57	65,32	136,18	- 5,534	48,57
	0	+ 877,31	→	→	→	→	→	→	→	877,31	1179,82	2459,64	- 100,00	877,31
I	80	+ 1,34	→	→	→	→	→	→	→	1,34	- 0,158	- 0,158	- 0,158	1,34
	40	+ 7,97	→	→	→	→	→	→	→	7,97	- 0,901	- 0,901	- 0,901	7,97
	0	+ 180,68	→	→	→	→	→	→	→	180,68	- 14,53	- 14,53	- 14,53	180,68
V	80	+ 0,966	- 0,57	- 0,68	- 0,30	- 0,966	- 0,57	- 0,68	- 0,30	→	- 0,966	→	→	8,48
	40	- 5,52	- 3,51	- 3,91	- 0,80	- 5,52	- 3,51	- 3,91	- 1,76	→	- 5,52	→	→	48,57
	0	- 1000	- 59,87	- 70,64	- 31,72	- 1000	- 59,87	- 70,64	- 31,72	→	- 1000	→	→	877,31
V	80	- 0,15	- 0,16	- 0,18	- 0,19	- 0,15	- 0,16	- 0,18	- 0,19	→	- 0,15	→	→	1,34
	40	- 0,90	- 0,95	- 1,06	- 1,12	- 0,90	- 0,95	- 1,06	- 1,12	→	- 0,90	→	→	7,94
	0	- 14,53	- 16,81	- 18,84	- 20,39	- 14,53	- 16,81	- 18,84	- 20,39	→	- 14,53	→	→	180,6

MOD II	%	E	F	G	H	I	J	K	L	Vc
a	80	7,42	→	→	→	→	11,26	23,62	-1,09	7,42
	40	42,21	→	→	→	→	64,06	134,37	-6,24	42,21
	0	674,32	→	→	→	→	1023,56	2147,12	-100,0	674,32
b,c	80	1,80	→	→	→	→	-0,18	-0,18	-0,18	1,80
	40	10,51	→	→	→	→	-1,03	-1,03	-1,03	10,51
	0	194,30	→	→	→	→	-15,20	-15,20	-15,20	194,30
a	80	-1,09	-0,57	-0,72	-0,23	→	-1,09	→	→	7,42
	40	-6,24	-3,28	-4,14	-1,32	→	-6,24	→	→	42,21
	0	-100,0	-5248	-66,10	-20,98	→	-100,0	→	→	674,32
b,c	80	-0,18	-0,15	-0,18	-0,16	→	-0,18	→	→	1,80
	40	-1,03	-1,05	-1,07	-0,90	→	-1,03	→	→	10,51
	0	-15,20	-13,22	-16,89	-14,60	→	-15,20	→	→	194,30

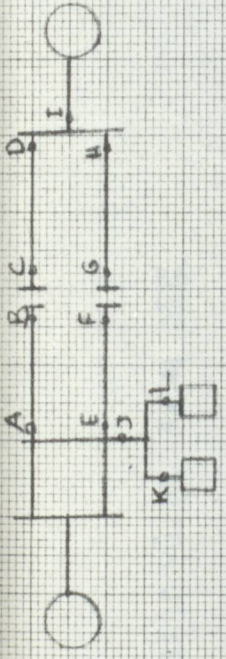
MOD III	%	A, E	B	C	D	F	G	H	I	M	N	T	K	L	V <sub>c</sub>	
I	a	80	8,48	→	→	→	→	→	→	→	→	11,41	23,79	-0,96	8,48	
		40	48,57	→	→	→	→	→	→	→	→	65,32	136,18	-5,52	48,57	
		0	877,31	→	→	→	→	→	→	→	→	1179,82	2459,64	-100,0	877,31	
	b,c	80	1,34	→	→	→	→	→	→	→	→	→	-0,15	-0,15	-0,15	1,34
		40	7,97	→	→	→	→	→	→	→	→	→	-0,90	-0,90	-0,90	7,97
		0	180,68	→	→	→	→	→	→	→	→	→	-14,53	-14,53	-14,53	180,68
V	a	80	-0,96	-0,57	-0,30	-0,57	-0,68	-0,30	→	-0,57	-0,68	-0,96	→	→	8,48	
		40	-5,52	-3,31	-1,76	-1,76	-3,31	-3,91	-1,76	→	-3,31	-3,91	-5,52	→	48,57	
		0	-100,0	-59,87	-31,62	-31,62	-59,87	-70,64	-31,62	→	-59,87	-70,64	-100,0	→	877,31	
	b,c	80	-0,15	-0,16	-0,18	-0,19	-0,16	-0,18	-0,19	→	-0,16	-0,18	-0,15	→	1,34	
		40	-0,90	-0,95	-1,06	-1,12	-0,95	-1,06	-1,12	→	-0,95	-1,06	-0,90	→	7,97	
		0	-14,53	-16,81	-18,84	-20,39	-16,81	-18,84	-20,39	→	-16,81	-18,84	-14,53	→	180,68	

MOD IV	%	C	D	G	H	I	€	F	M	N	J	K	L	Vc	
I	a	80	7,78	→	→	→	→	→	→	→	11,31	23,68	-1,05	7,78	
		40	44,36	→	→	→	→	→	→	→	64,46	134,95	-6,01	44,36	
		0	735,92	→	→	→	→	→	→	→	1069,38	2238	-100,0	735,92	
	b,c	80	1,64	→	→	→	→	→	→	→	→	-0,17	-0,17	-0,17	1,64
		40	9,59	→	→	→	→	→	→	→	→	-0,99	-0,99	-0,99	9,59
		0	186,86	→	→	→	→	→	→	→	→	-15,01	-15,01	-15,01	186,86
	V	a	80	-0,54	-0,25	-0,54	-0,25	-1,05	-0,45	→	-0,54	-1,05	→	→	7,78
			40	-3,08	-1,45	-3,08	-1,45	-6,01	-2,61	→	-3,08	-6,01	→	→	44,36
			0	-51,06	-24,06	-51,06	-24,06	-100,0	-43,33	→	-51,06	-100,0	→	→	735,92
b,c		80	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,15	→	→	-0,17	-0,17	→	1,64	
		40	-1,01	-0,97	-1,01	-0,97	-0,99	-0,90	→	→	-1,01	-0,99	→	9,59	
		0	-16,68	-16,30	-16,68	-16,30	-15,01	-14,83	→	→	-16,68	-15,01	→	186,86	



MODY	%	€	F	M	N	G	H	I	J	K	L	Vc
I	80	7,35	→	→	→	→	→	→	11,24	23,60	-1,11	7,35
	40	41,77	→	→	→	→	→	→	63,88	134,12	-6,35	41,77
	0	6565	→	→	→	→	→	→	1004,2	2108,48	-100,0	656,56
V	80	1,81	→	→	→	→	→	→	-0,19	-0,19	-0,19	1,81
	40	10,50	→	→	→	→	→	→	-1,08	-1,08	-1,08	10,50
	0	187,70	→	→	→	→	→	→	-15,83	-15,83	-15,83	187,70
I	80	-1,11	-0,61	→	-0,68	→	-0,22	→	-1,11	→	→	7,35
	40	-6,35	-3,50	→	-3,91	→	-1,24	→	-6,35	→	→	41,77
	0	-100,0	-55,19	→	-61,53	→	-19,49	→	-100,0	→	→	656,5
V	80	-0,19	-0,16	→	-0,17	→	-0,15	→	-0,19	→	→	1,81
	40	-1,08	-0,91	→	-1,01	→	-0,86	→	-1,08	→	→	10,50
	0	-15,83	-13,97	→	-15,68	→	-13,62	→	-15,83	→	→	187,7

MOD	VI	%	A, E	J	K	L	T	O, 00	U	P, PP	V	R, RR	S	S, SS	I, HD	Vc
I	a	80	8,48	11,41	23,79	-0,96	8,48	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		40	48,57	65,92	136,18	-5,52	48,57	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		0	877,31	1179,82	2459,64	-100,0	877,31	→	→	→	→	→	→	→	→	→
	bc	80	1,34	-0,15	-0,15	-0,15	1,34	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		40	7,97	-0,90	-0,90	-0,90	7,97	→	→	→	→	→	→	→	→	→
		0	180,68	-11,53	-11,53	-11,53	180,68	→	→	→	→	→	→	→	→	→
V	a	80	-0,96	→	→	→	-0,70	→	-0,75	→	-0,50	→	-0,55	→	-0,30	8,48
		40	-5,52	→	→	→	-4,03	→	-4,33	→	-2,88	→	-3,17	→	-1,76	48,57
		0	-100,0	→	→	→	-72,87	→	-78,55	→	-51,98	→	-57,27	→	-31,62	877,31
	bc	80	-0,15	→	→	→	-0,16	→	-0,17	→	-0,18	→	-0,18	→	-0,19	1,34
		40	-0,90	→	→	→	-0,94	→	-0,99	→	-1,03	→	-1,08	→	-1,12	7,97
		0	-11,53	→	→	→	-16,19	→	-17,22	→	-18,49	→	-19,48	→	-20,39	180,68



I MOD. ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.

13618

100

65,3

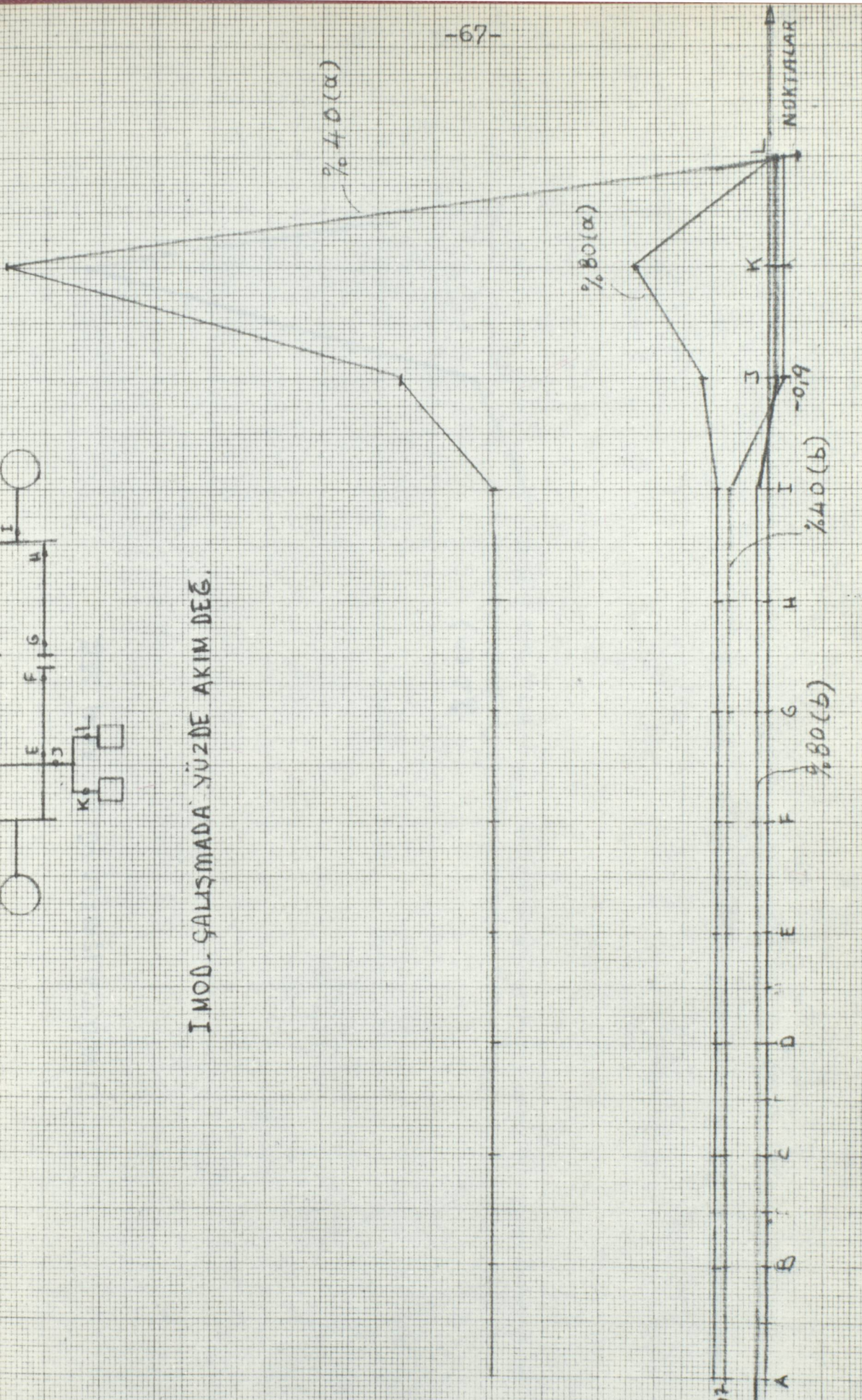
46,57

23,7

1,44  
8,48

7,07

-5,5



50

100

150

200

250

-0,19

% 40(b)

% 80(b)

NOKTALAR

I MOD. ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.

2459

2000

1500

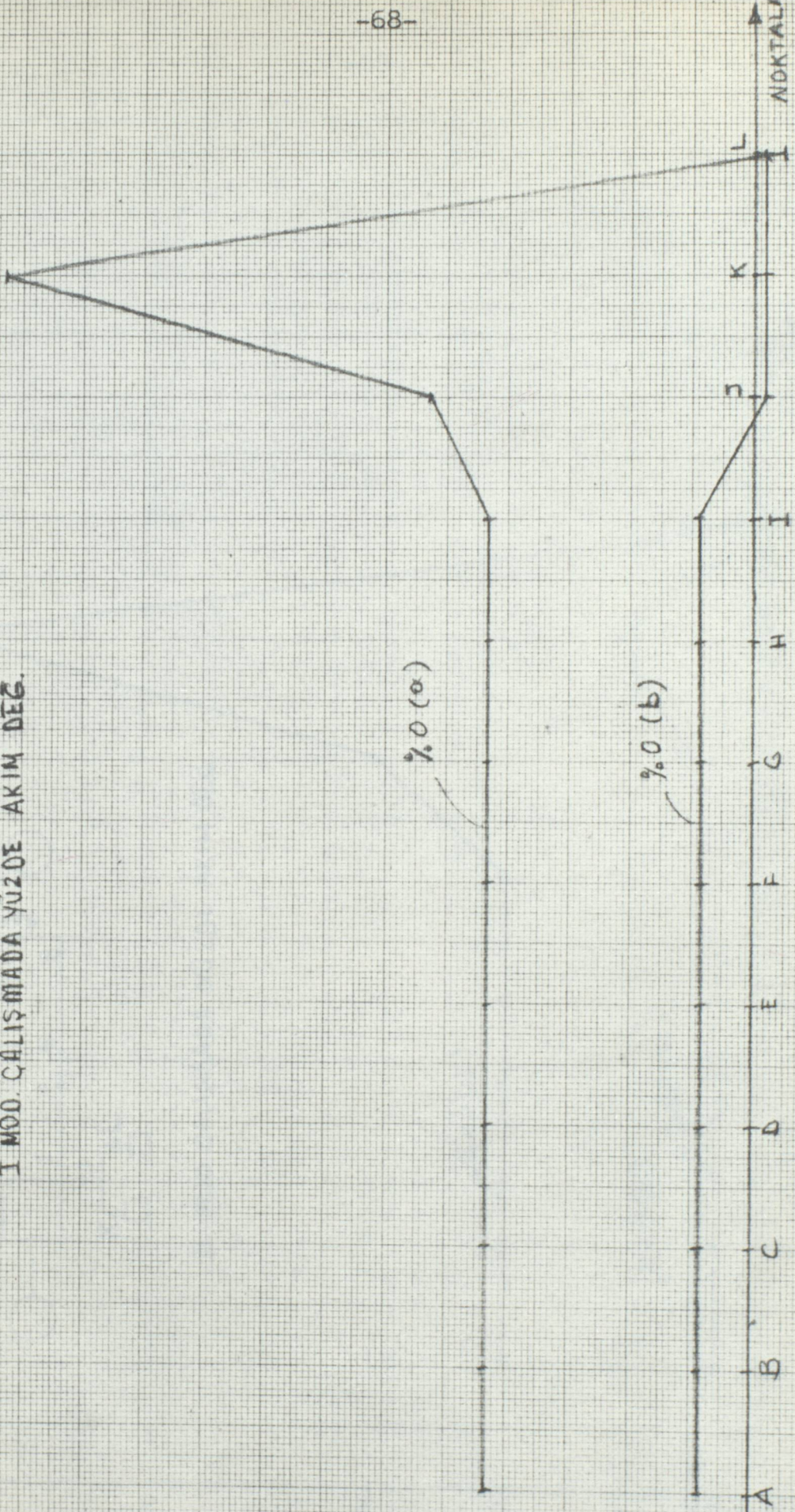
1179

877

180

14

-100



05

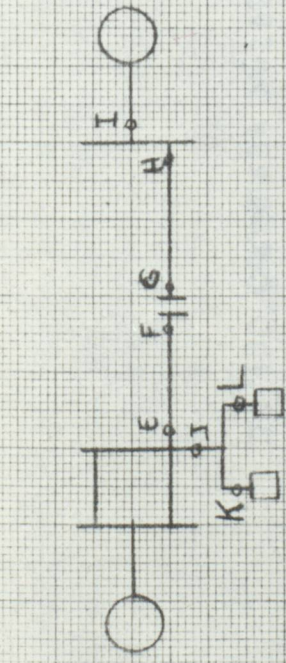
00

150

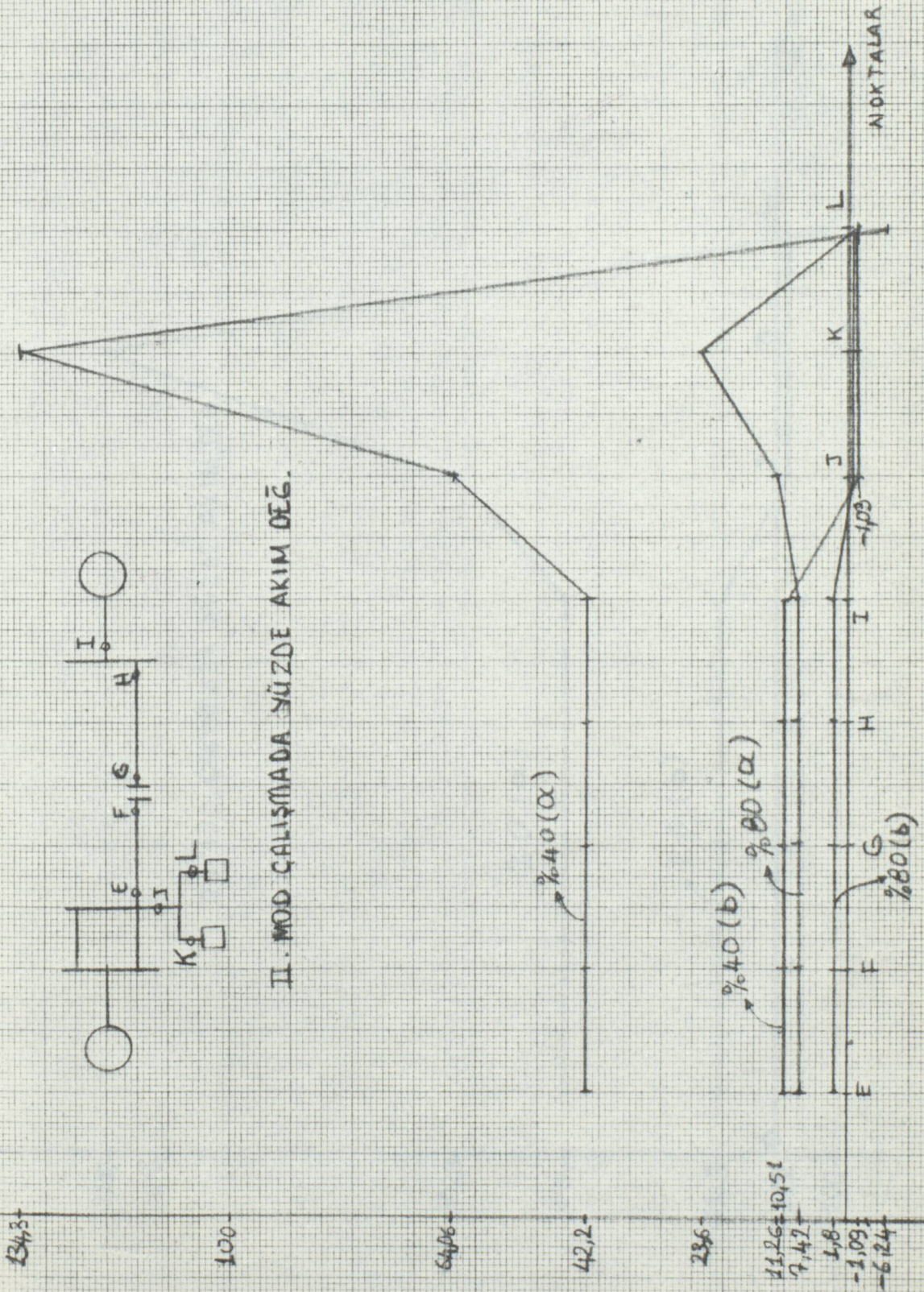
200

250

NOKTALI



II. MOD ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM ÖLÇ.



134,3

100

64,6

42,2

23,6

11,26-10,51

7,42

2,8

-1,09

-6,24

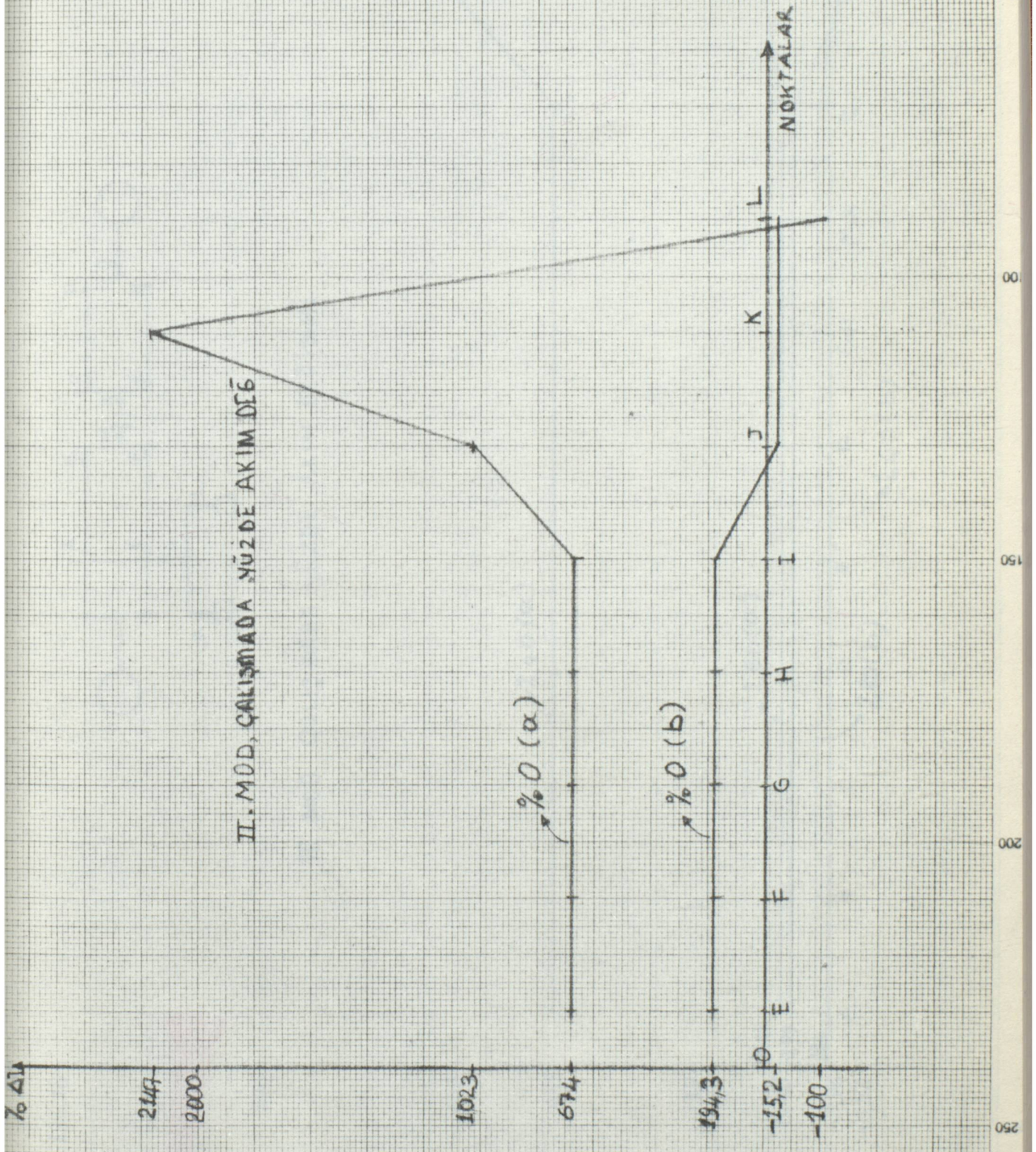
35

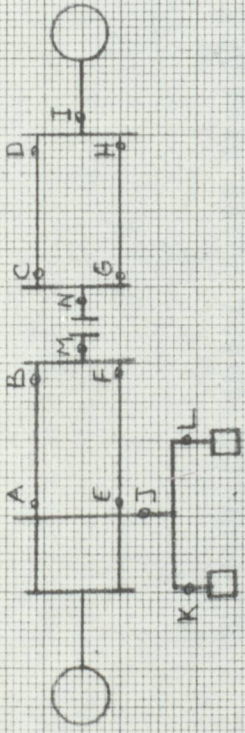
3

5

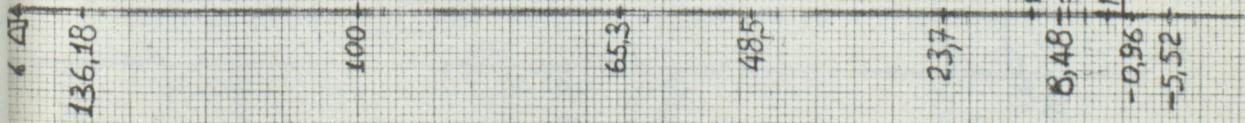
0

II. MDD, ÇALIŞMADA NÜZDE AKIM DEĞİ





III MOD ÇALIŞMADA NÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ

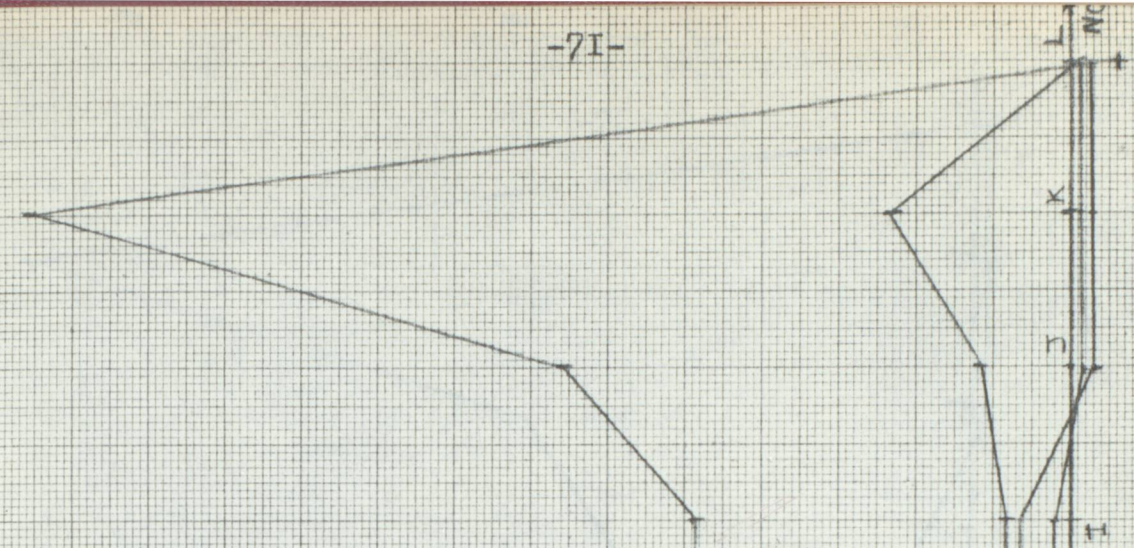


→ 40 (α)

→ 80 (α)

→ 80 (b)

→ 40 (b)



L NC

K

J

I

M<sub>1</sub>N

G<sub>1</sub>H

F

E

D

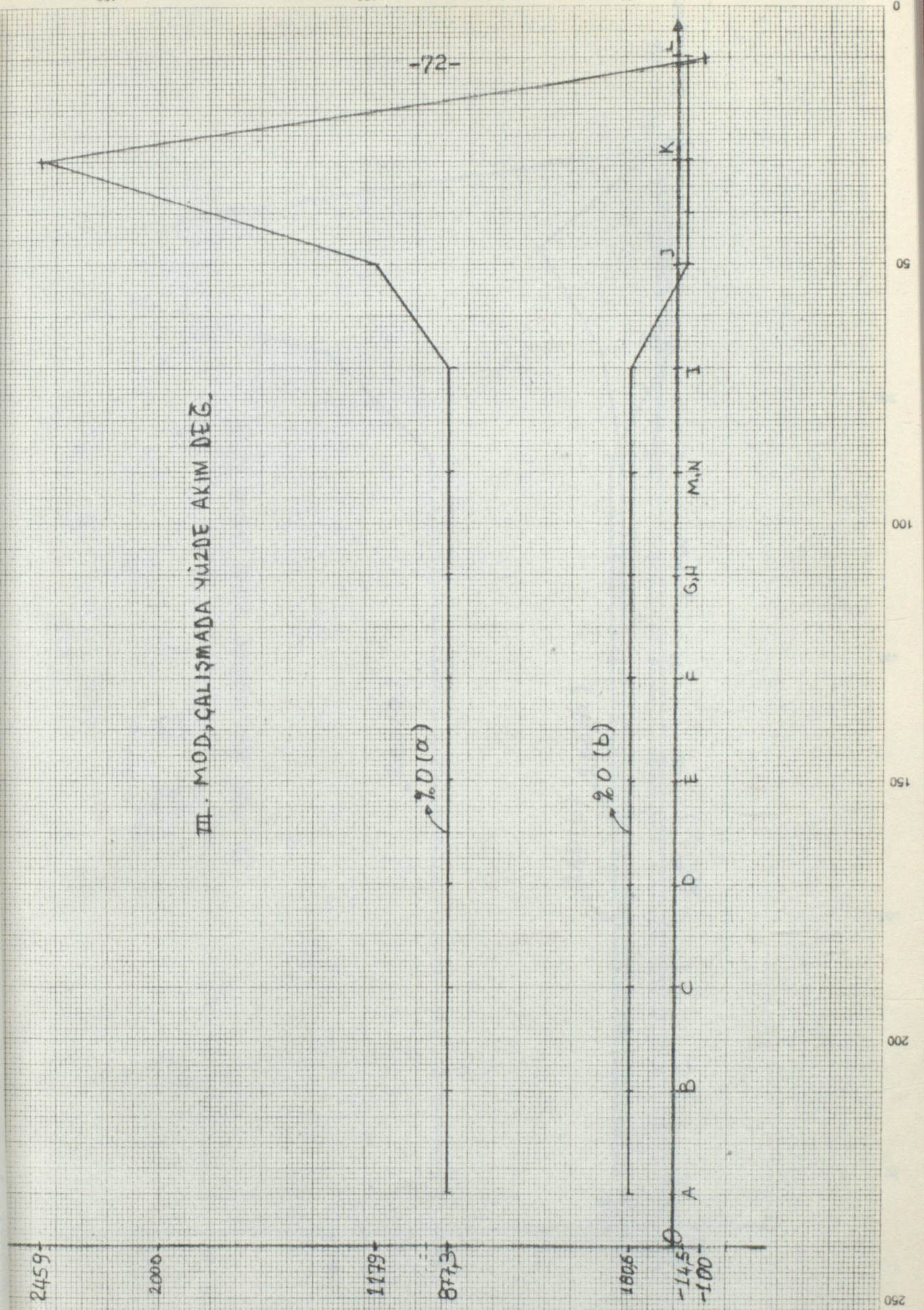
C

B

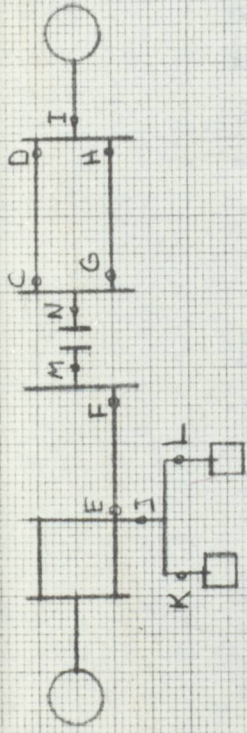
A

250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 850 900 950 1000

III. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.







III. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.

100

64,4

44,3

23,6

11,31

7,70

9,59

1,64

-0,99

-6,01

240(α)

240(b)

280(α)

280(b)

M,N

H

G

E

D

C

I

J

K

L

NOKTALAR

350

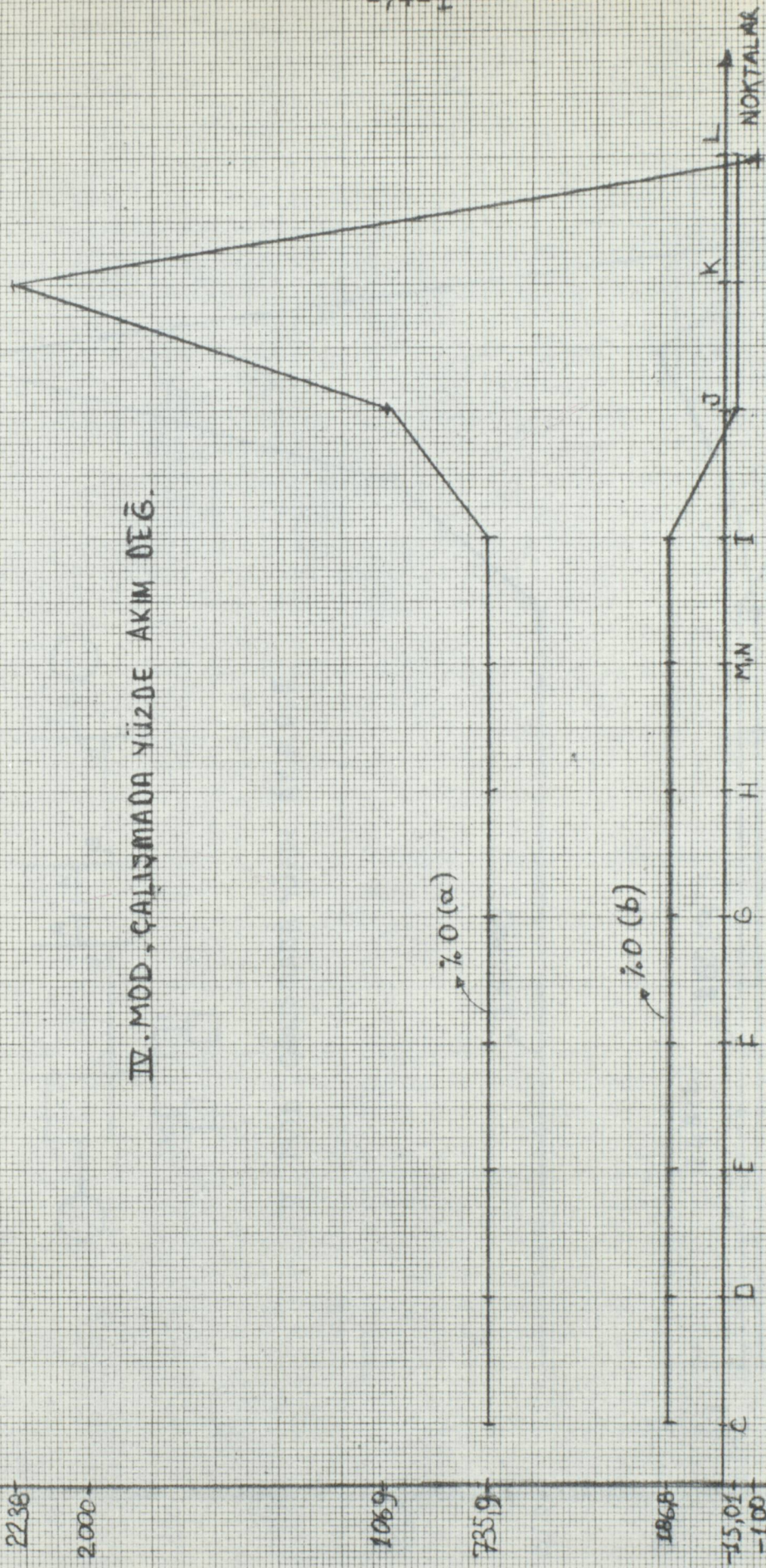
500

100

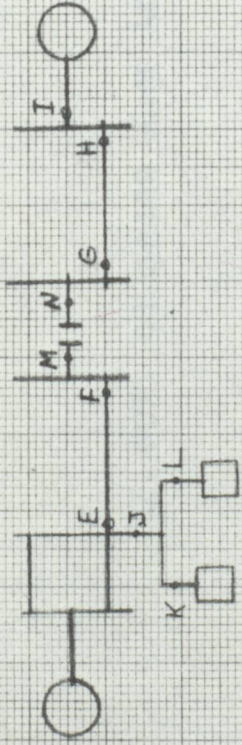
100

20

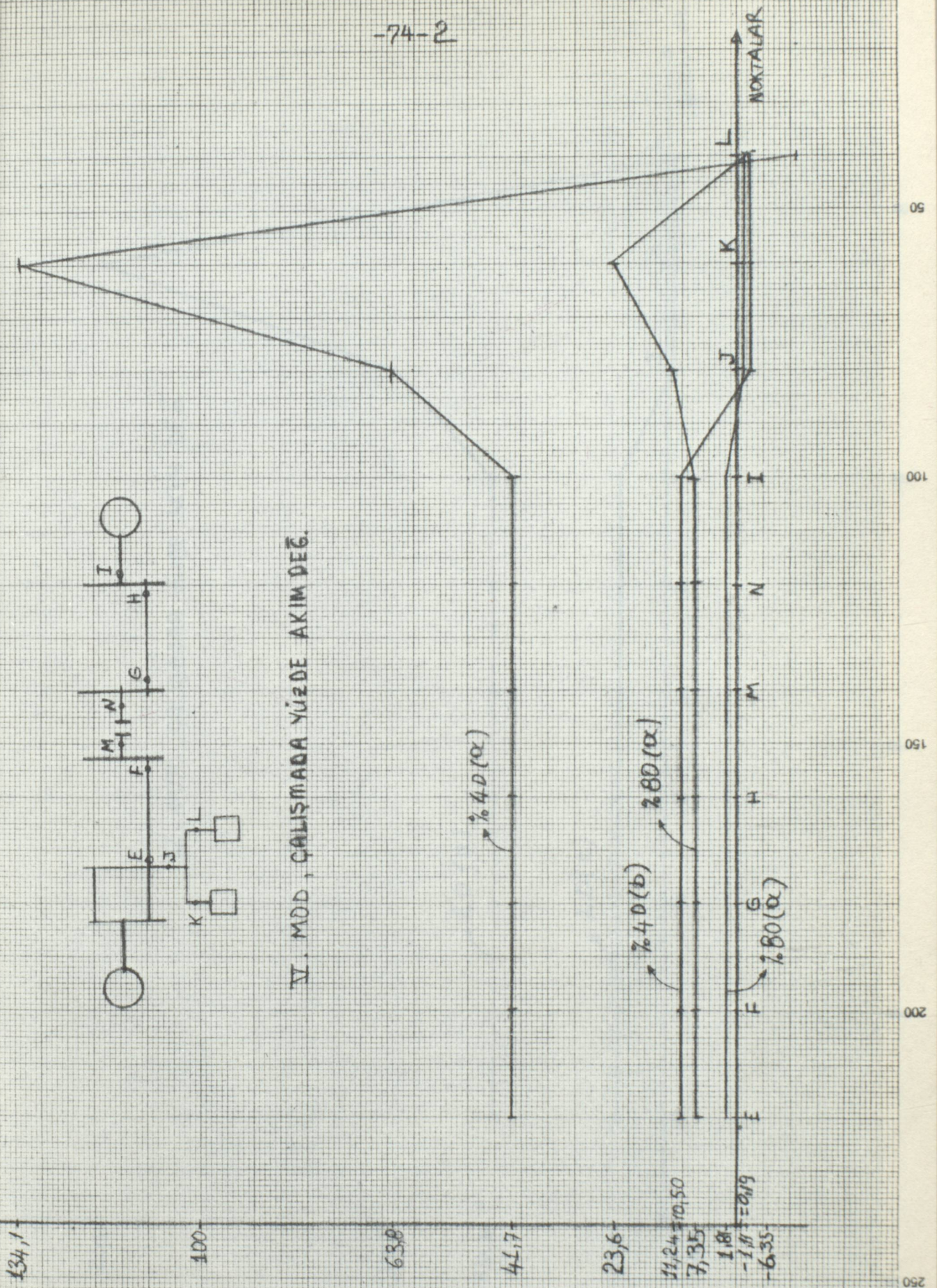
### IV. MOD. ÇALIŞIMADA YÜZDE AKIM DEĞ.



50  
100  
150  
200  
250



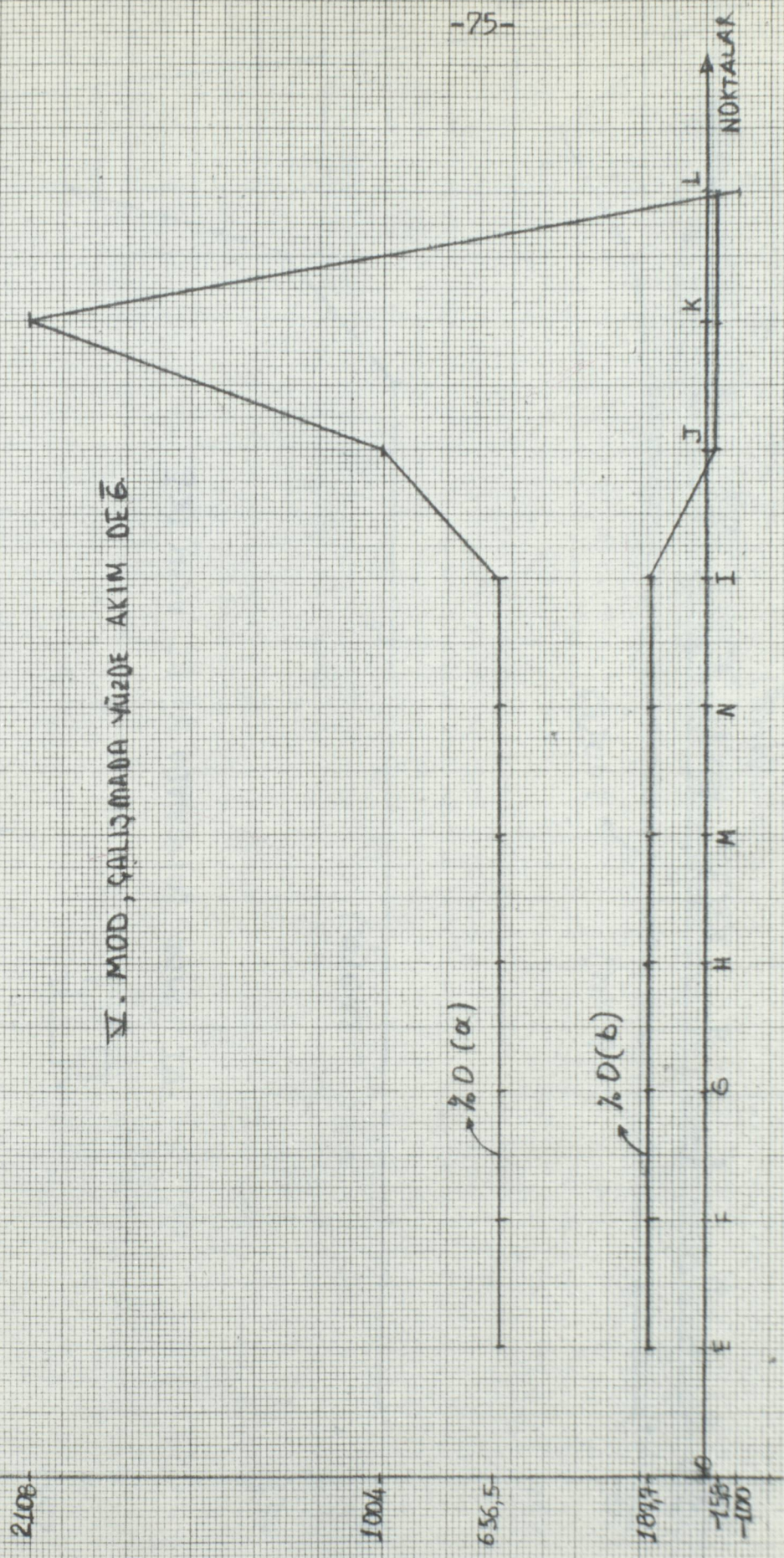
IV. MDD, ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.



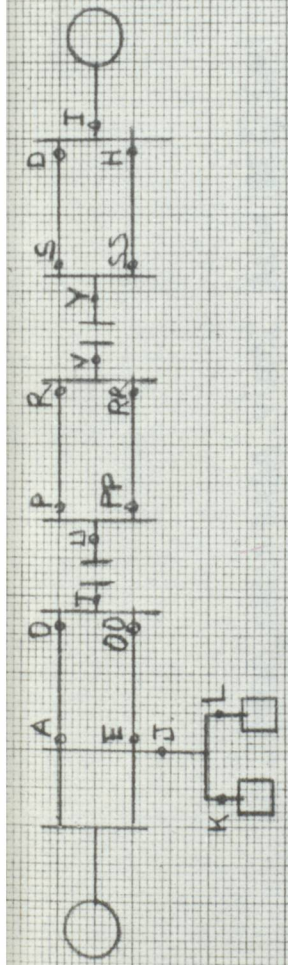
AKIM DEĞ. 134,1 100 68,0 44,7 23,6 11,24 7,35 1,81 -1,11 -6,35

NOKTALAR 250 200 150 100 50

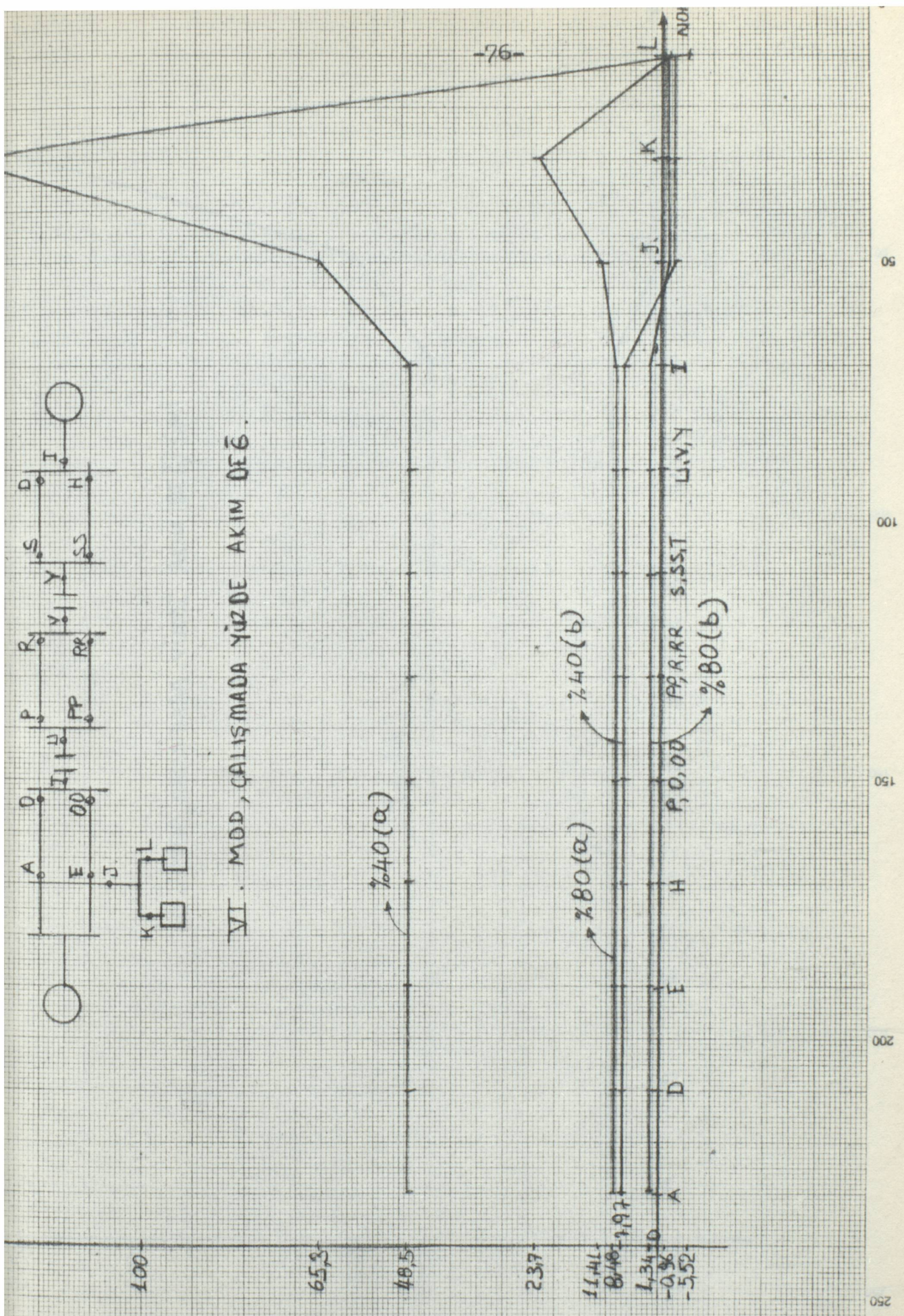
V. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.



86  
100  
150  
200



VI. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞ.



2459

2000

1179

877,3

180,6

145

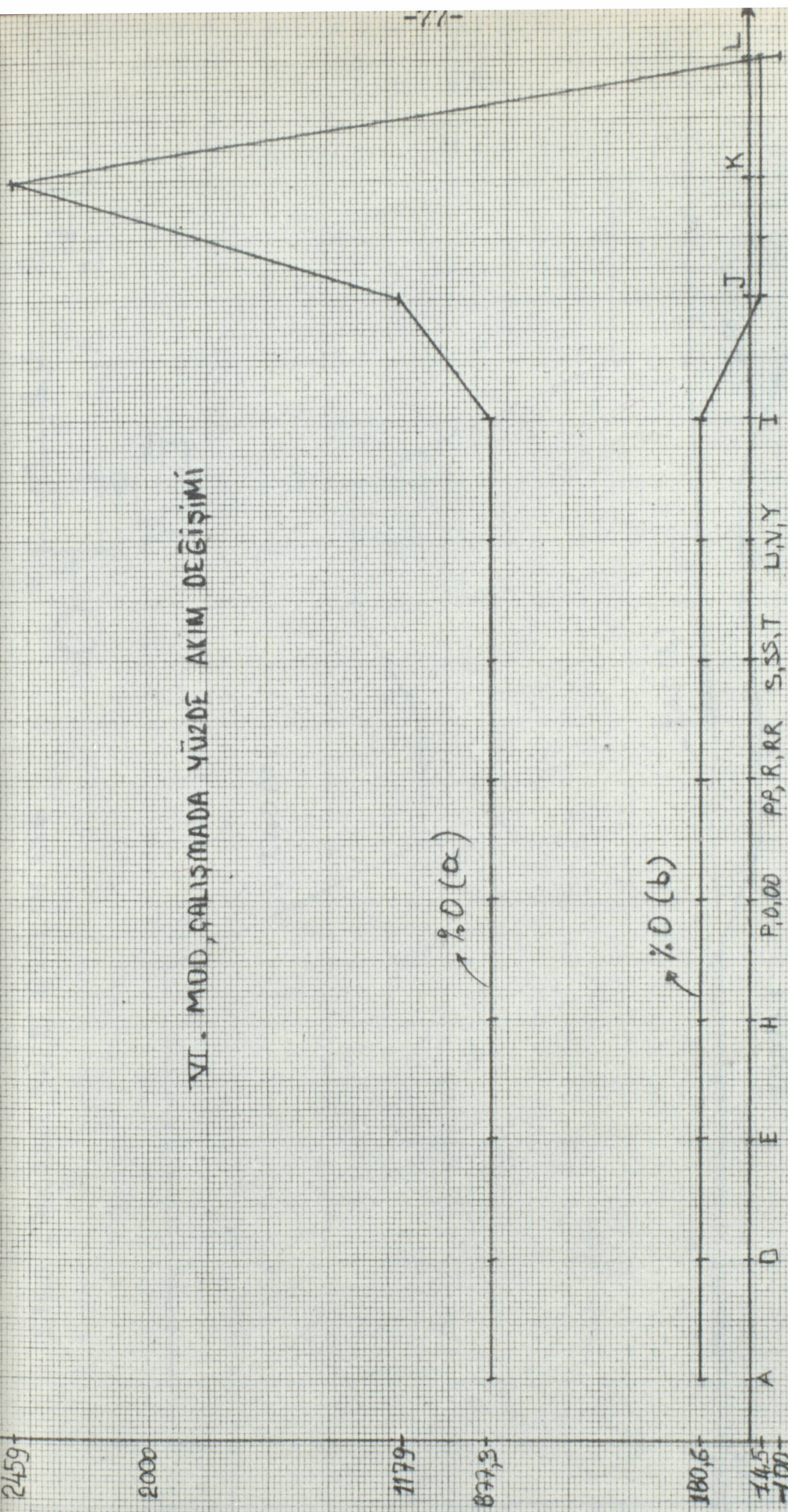
100

### VI. MDD ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ

-17-

%D(a)

%D(b)



250

200

150

100

50

I MOD ÇALIŞMADE YÜZDE GERİLİM DEĞ.

%ΔU

6

5,5

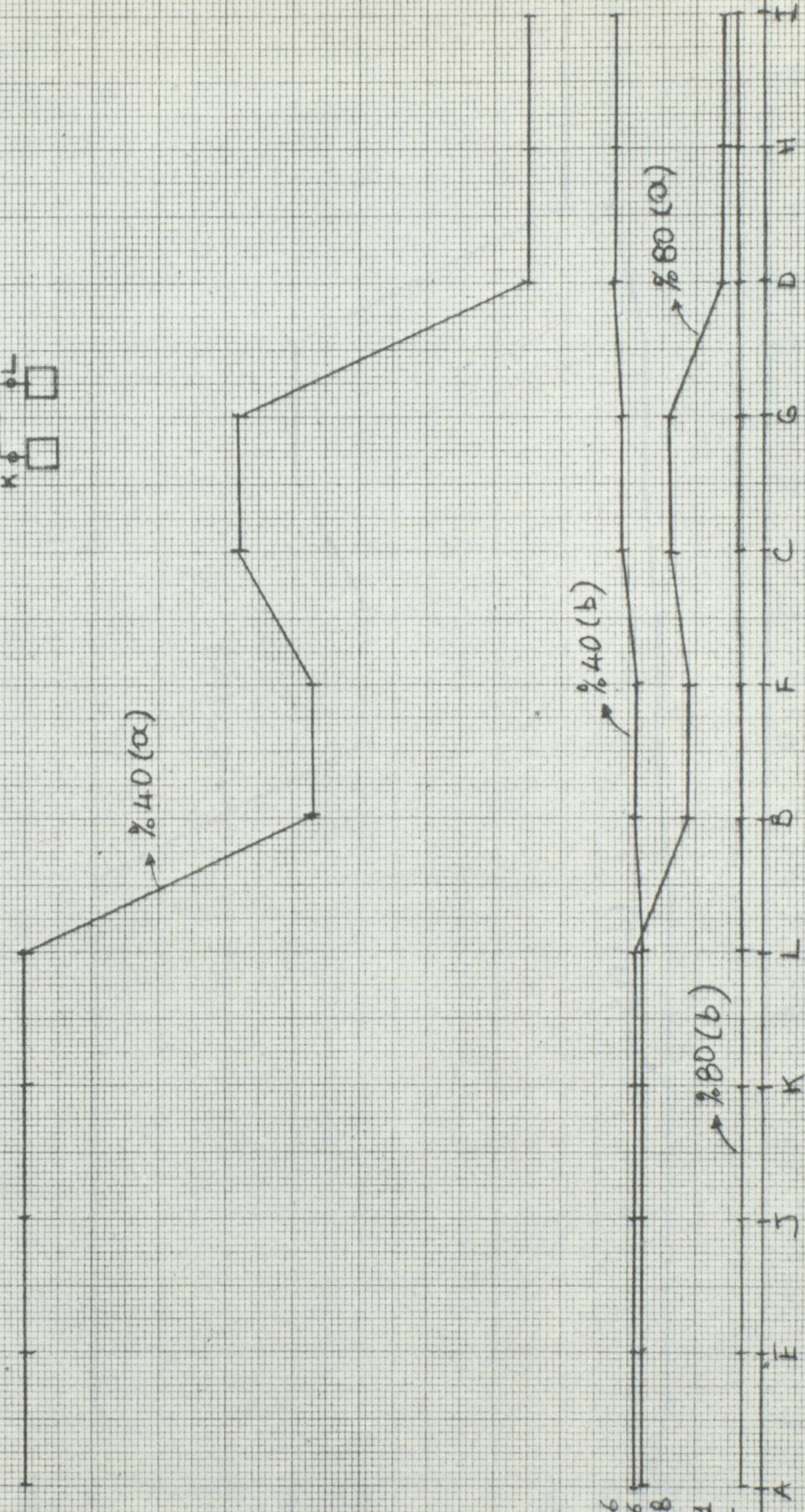
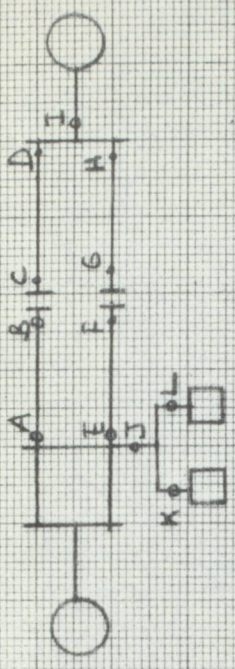
5

3,91

3,31

1,76

1,06  
0,90  
0,96  
0,68  
0,57  
0,30  
0,41  
0,19  
0,15



250

200

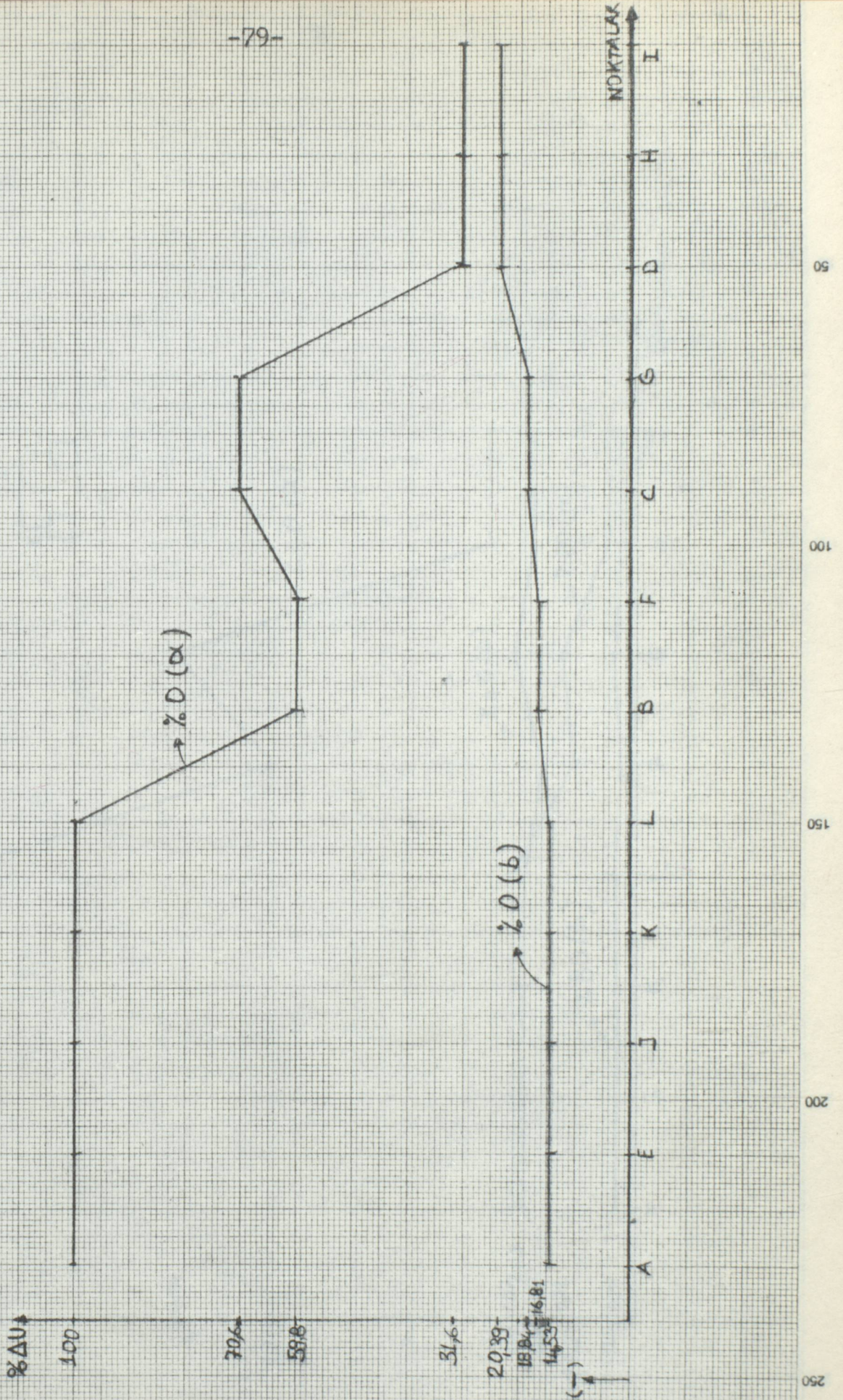
150

100

50

I NOKTALA

I. MDD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



(←)

18,84  
16,81  
14,53

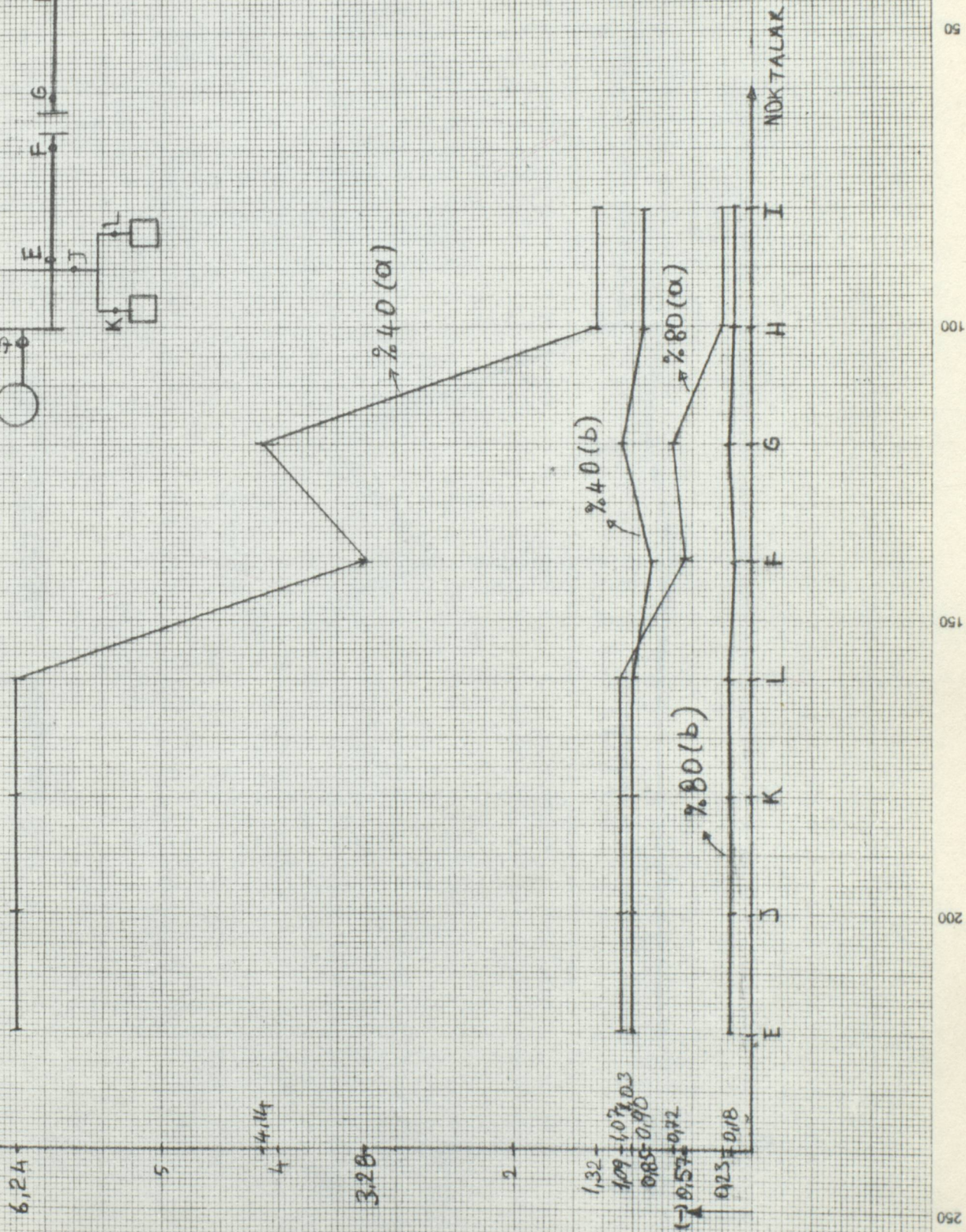
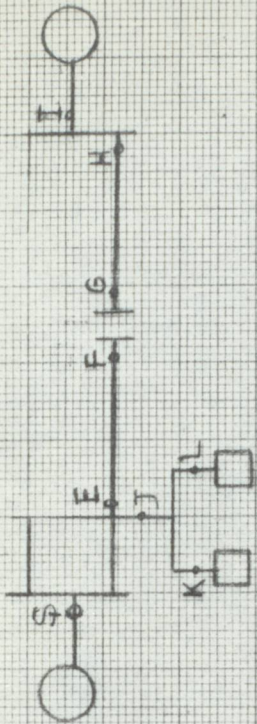
%D(b)

%D(α)

250 200 150 100 50

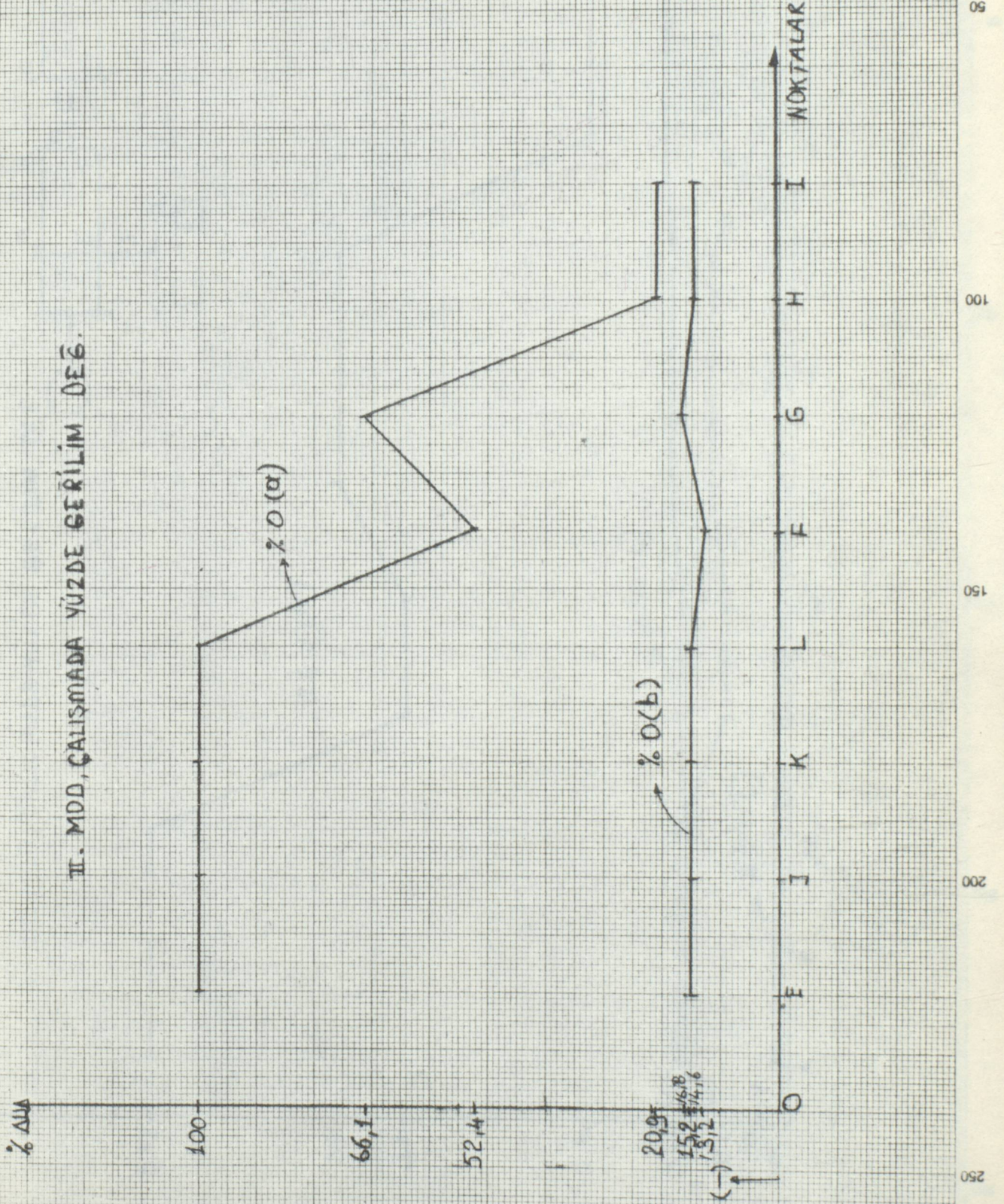


II. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



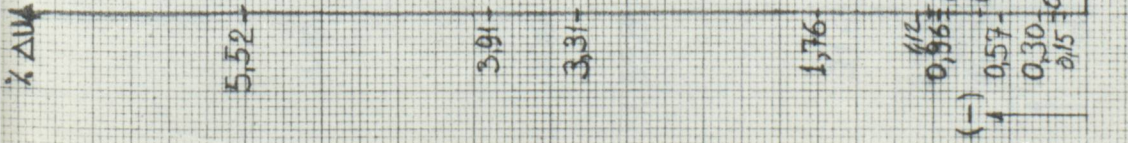
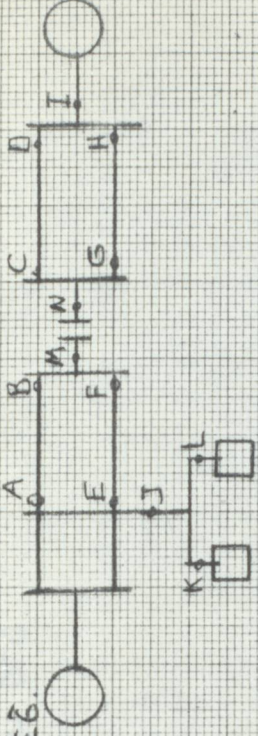
50 100 150 200 250

II. MDD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



250 200 150 100 50

III. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



→ 2,40 (α)

→ 2,40 (b)

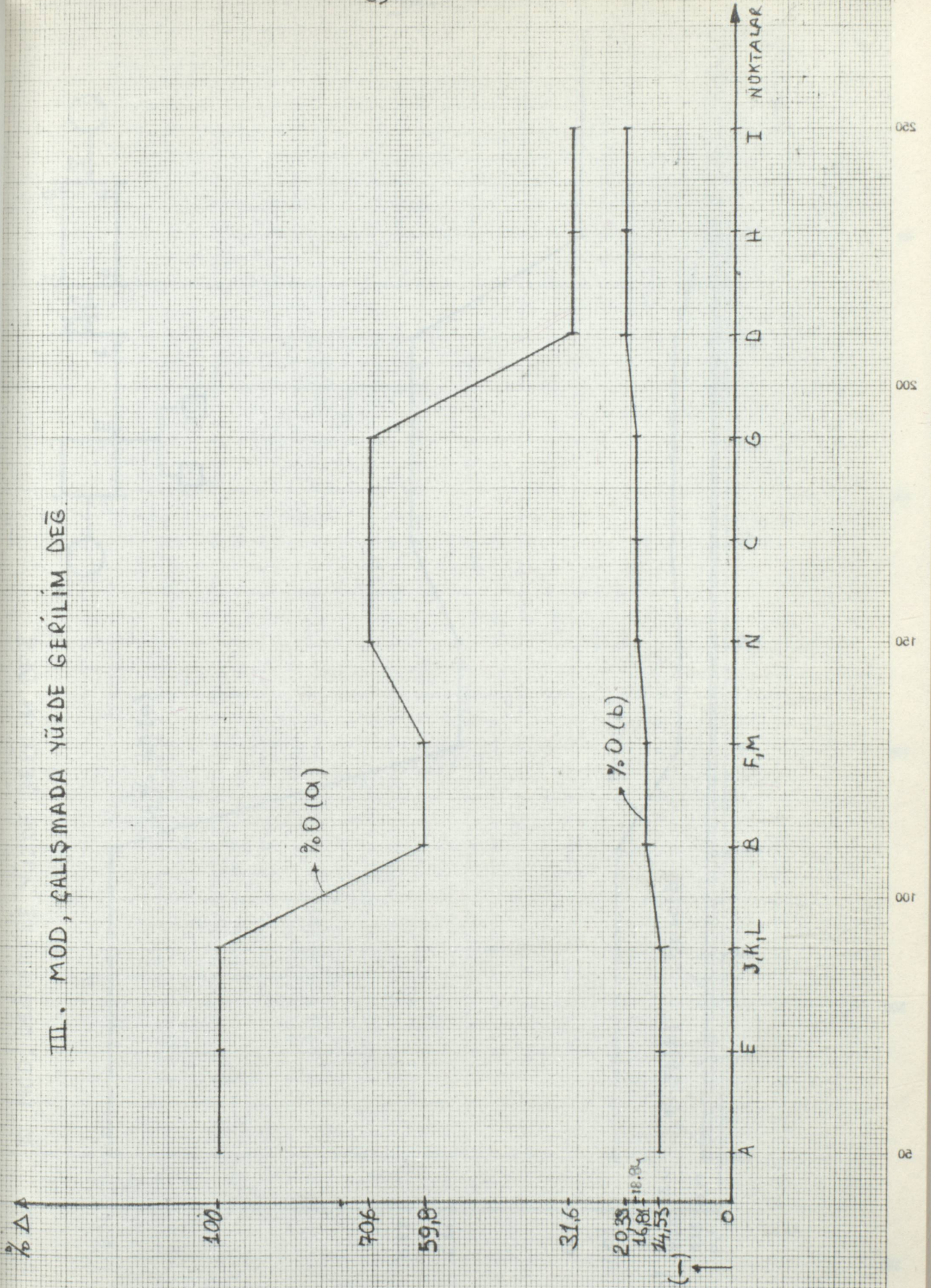
→ 2,80 (α)

→ 2,80 (b)

NOKTALAR

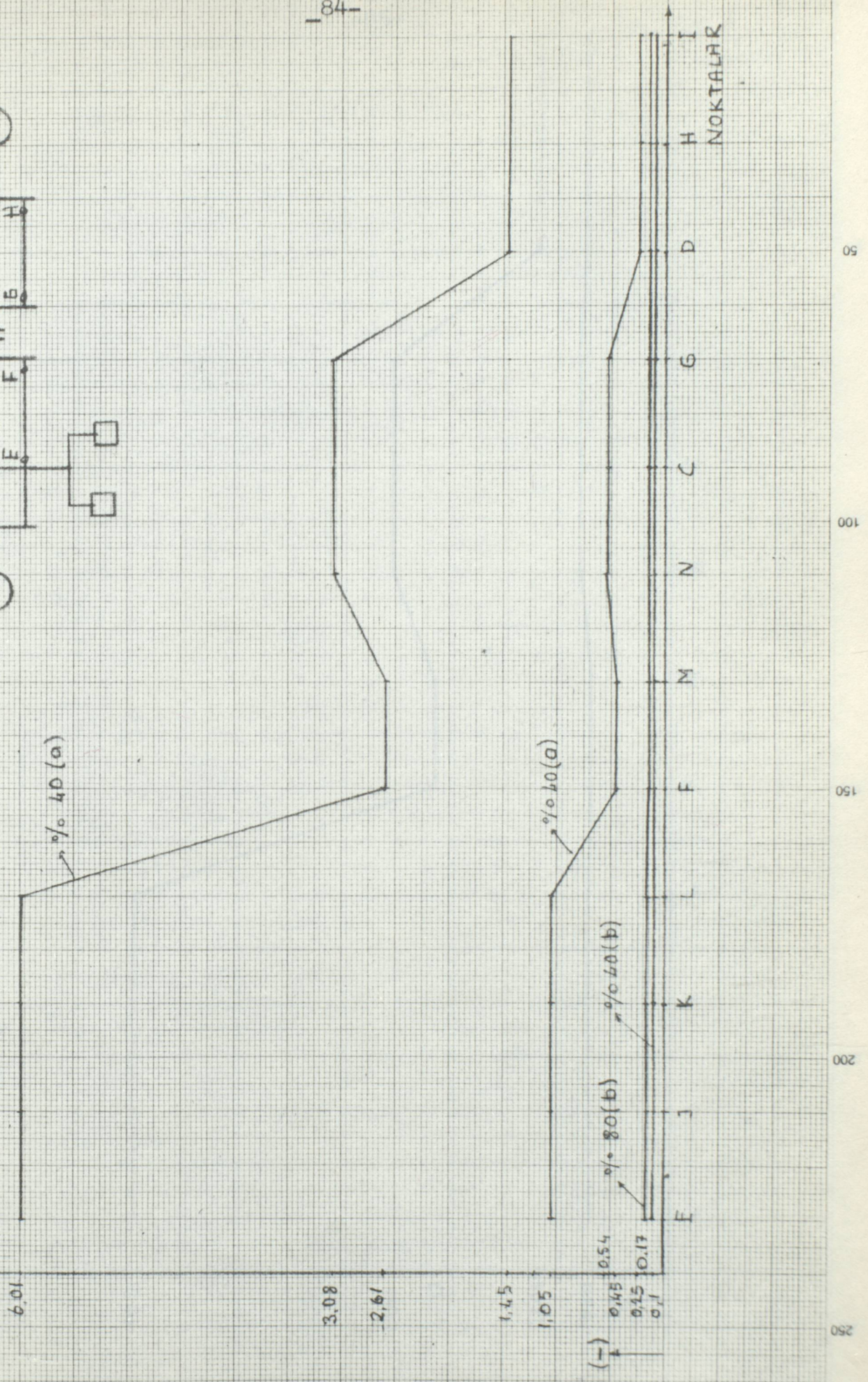
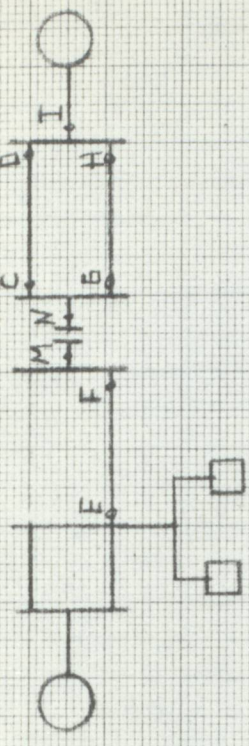
250 200 150 100 50

III. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



IV. MOD. DEĞİŞİMDE YÜZDE GERİLİM DEĞ.

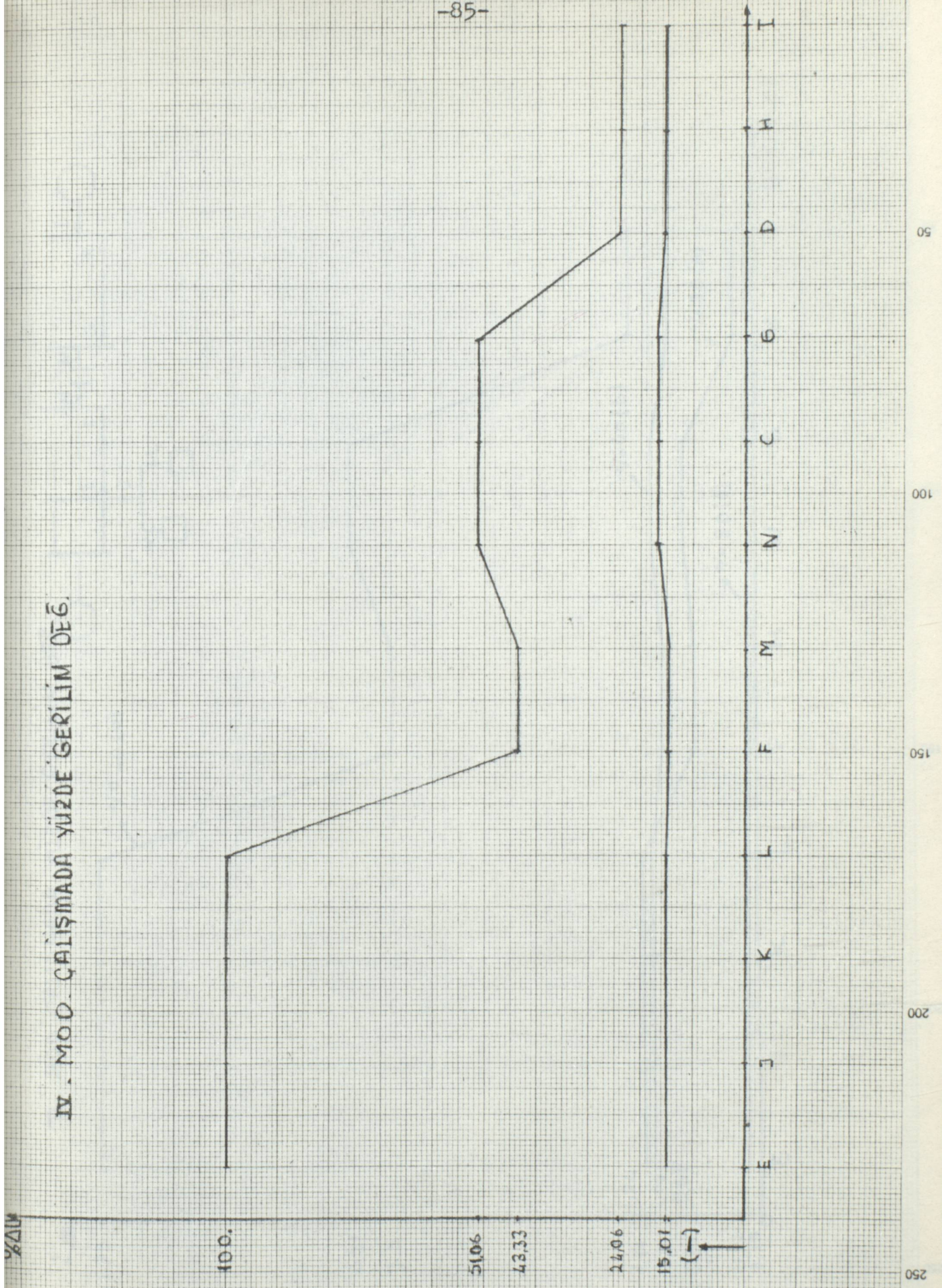
% ΔU



250 200 150 100 50

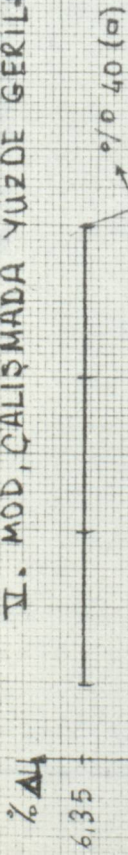
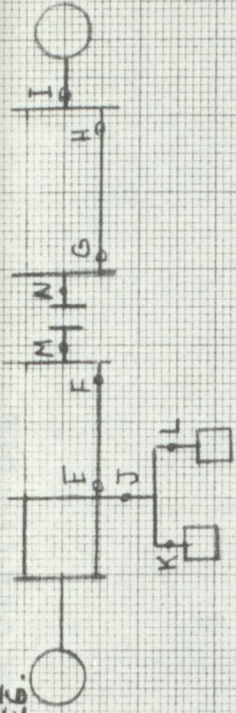
NOKTALAR

IV. MOD. ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.

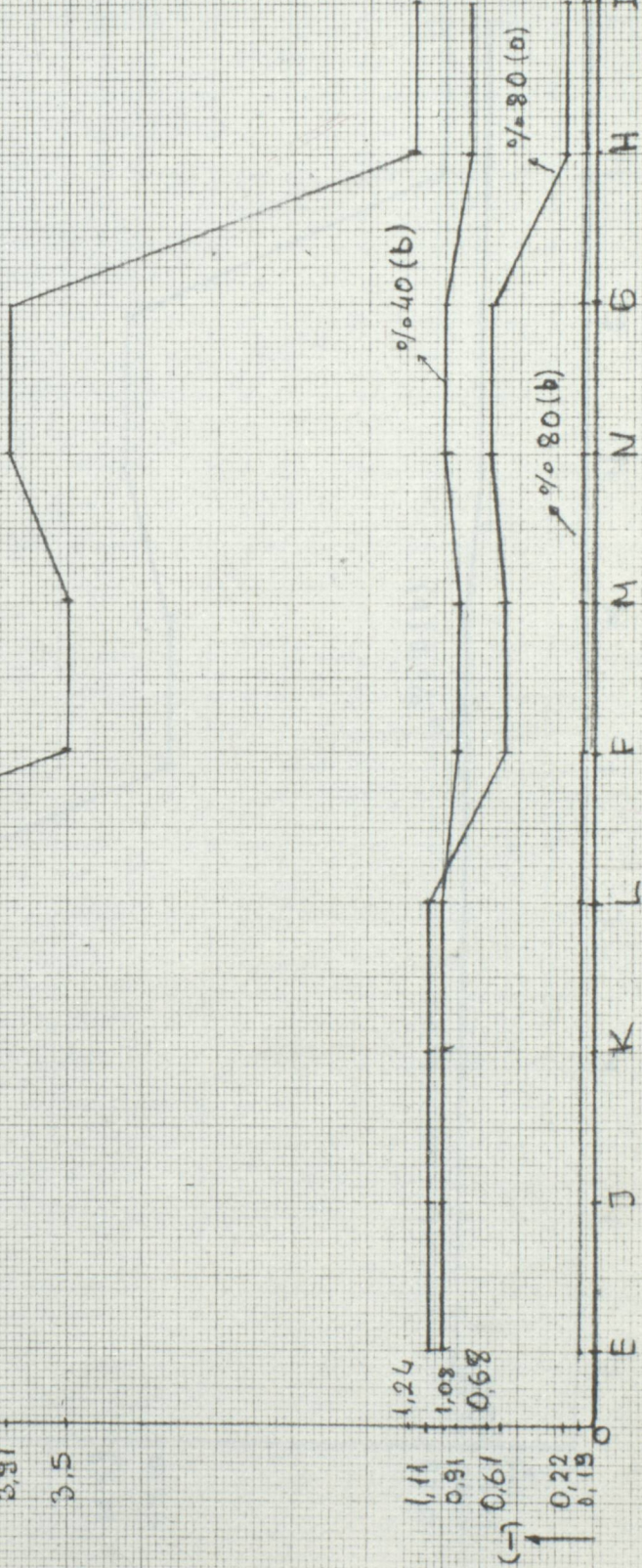


250 200 150 100 50

### II. MOD, ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



3.81  
3.5



(-) 0.22  
0.19

I NOKTALAR

V. MOD ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.

%ΔU

100.0

61.53

55.19

19.49

15.83

13.97

%D.D (b)

%D.D (a)

(A)

NOKTALAR

E

J

K

L

F

M

N

S

H

I

250

200

150

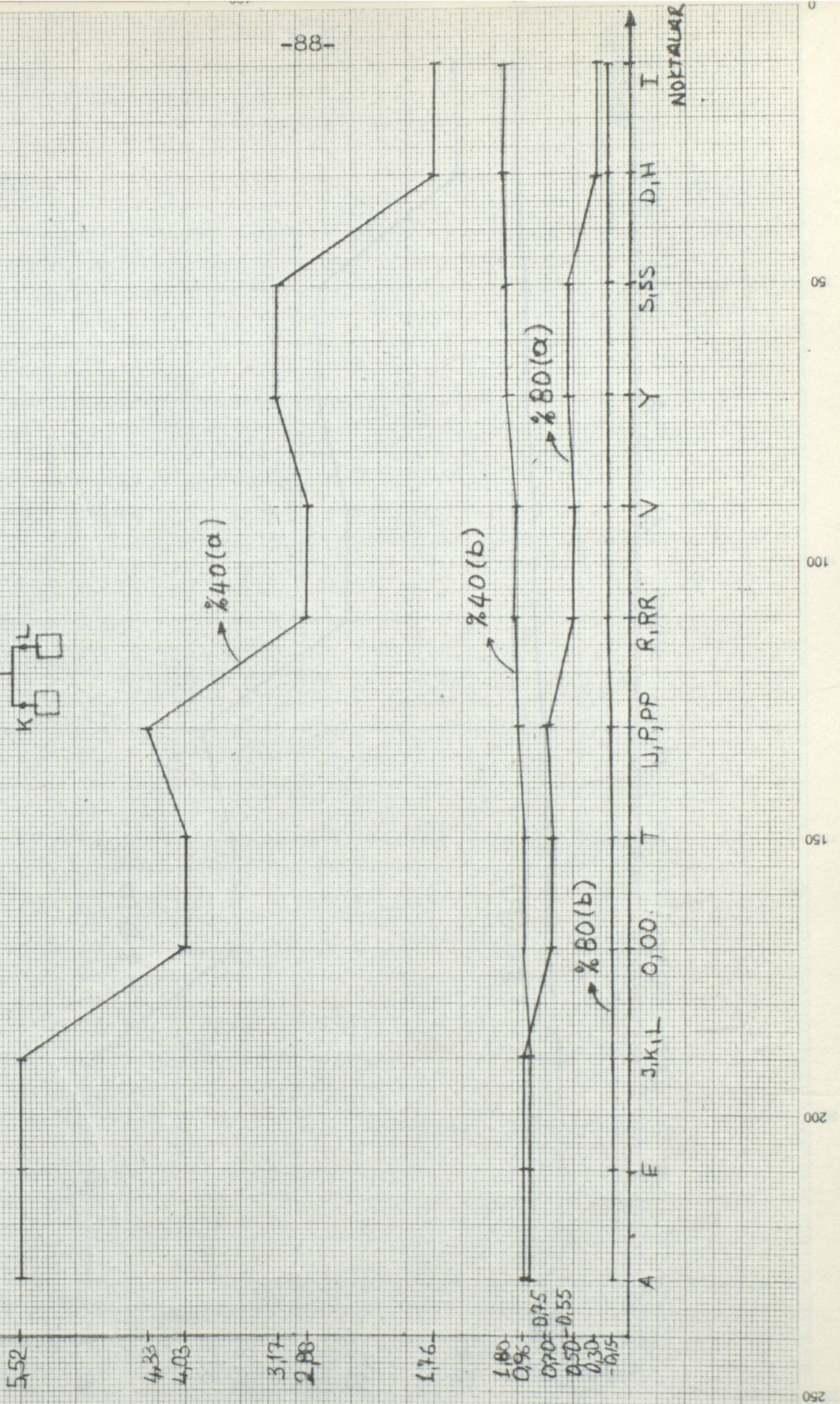
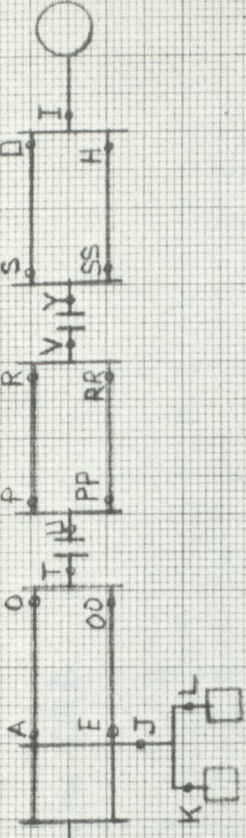
100

50

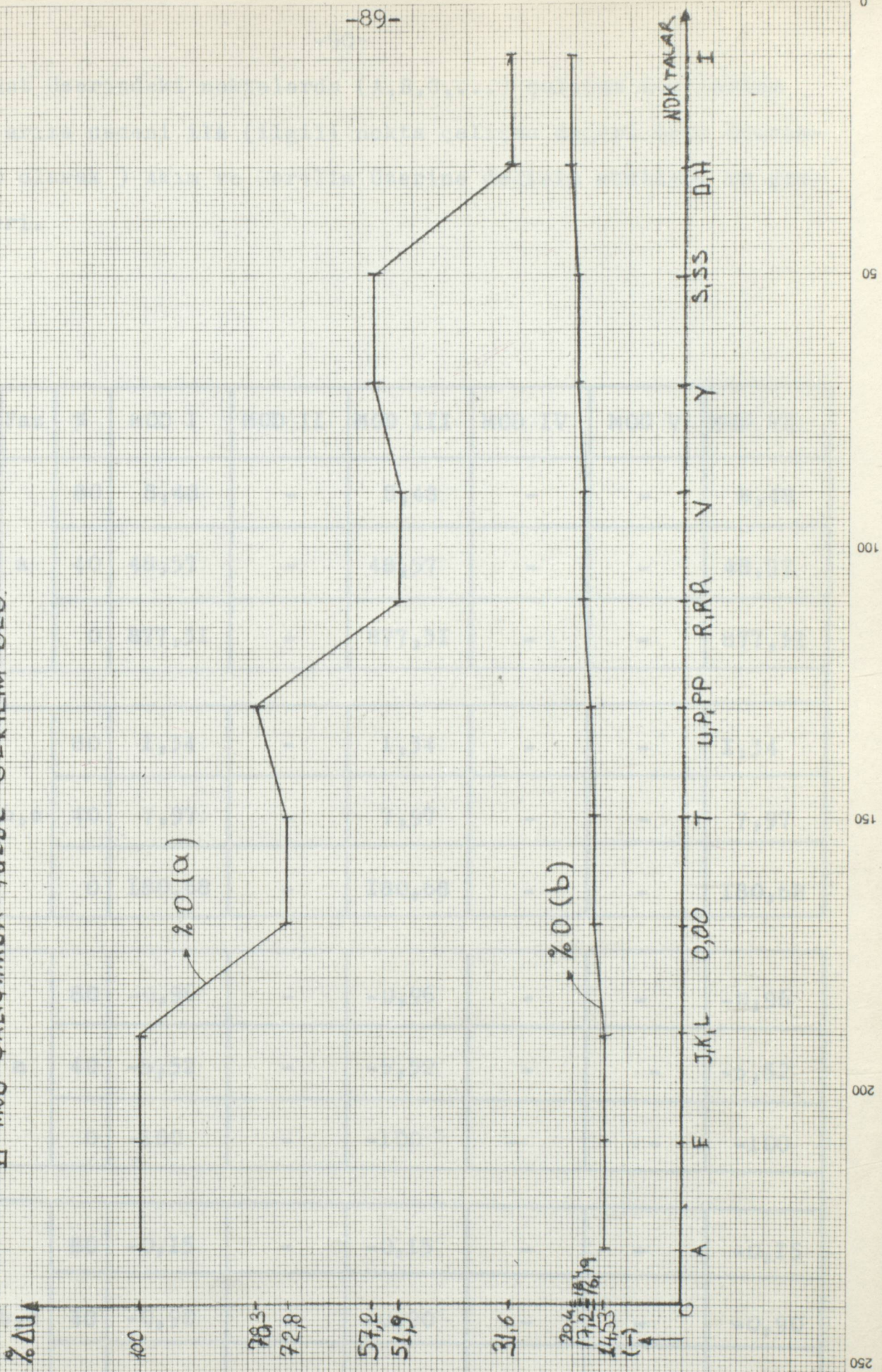
0



# VI MDO ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



VI M00 ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



Hat üzerindeki noktalarda (A,B,C,...) çalışma mod'larına göre arıza nedeni ile (ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden % olarak ) Akım ve Gerilim üzerine değişim etkileri ve grafikleri.

A	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	-	8,48	-	-	8,48
		40	48,57	-	48,57	-	-	48,57
		0	877,3I	-	877,3I	-	-	877,3I
	b,c	80	1,34	-	1,34	-	-	1,34
		40	7,97	-	7,97	-	-	7,97
		0	180,68	-	180,68	-	-	180,68

V	a	80	-0,96	-	-0,96	-	-	-0,96
		40	-5,52	-	-5,52	-	-	-5,52
		0	-100	-	-100	-	-	-100
	b,c	80	-0,15	-	-0,15	-	-	-0,15
		40	-0,90	-	-0,90	-	-	-0,90
		0	-14,53	-	-14,53	-	-	-14,53

B	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	-	8,48	-	-	-
		40	48,57	-	48,57	-	-	-
		0	877,3I	-	877,3I	-	-	-
	b,c	80	1,34	-	1,34	-	-	-
		40	7,97	-	7,97	-	-	-
		0	180,68	-	180,68	-	-	-
V	a	80	-0,57	-	-0,57	-	-	-
		40	-3,3I	-	-3,3I	-	-	-
		0	-59,87	-	-59,87	-	-	-
	b,c	80	-0,16	-	-0,16	-	-	-
		40	-0,95	-	-0,95	-	-	-
		0	-16,8I	-	-16,8I	-	-	-

C	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	-	8,48	7,78	-	-
		40	48,57	-	48,57	44,36	-	-
		0	877,31	-	877,31	735,92	-	-
	b,c	80	1,34	-	1,34	1,64	-	-
		40	7,97	-	7,97	9,59	-	-
		0	180,68	-	180,68	186,86	-	-
V	a	80	-0,68	-	-0,68	-0,54	-	-
		40	-3,91	-	-3,91	-3,08	-	-
		0	-70,64	-	-70,64	-51,06	-	-
	b,c	80	-0,18	-	-0,18	-0,17	-	-
		40	-1,06	-	-1,06	-1,01	-	-
		0	-18,84	-	-18,84	-16,68	-	-

D	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	-	8,48	7,78	-	8,48
		40	48,57	-	48,57	44,36	-	48,57
		0	877,31	-	877,31	735,92	-	877,31
	b,c	80	1,34	-	1,34	1,64	-	1,34
		40	7,97	-	7,97	9,59	-	7,97
		0	180,68	-	180,68	186,86	-	180,68
V	a	80	-0,30	-	-0,30	-0,25	-	-0,30
		40	-1,76	-	-1,76	- 1,45	-	-1,76
		0	-31,62	-	-31,62	-24,06	-	-31,62
	b,c	80	-0,19	-	-0,19	-0,17	-	-0,19
		40	-1,12	-	-1,12	-0,97	-	-1,12
		0	-20,39	-	-20,39	-16,30	-	-20,39

E	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	8,48
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	48,57
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	877,31
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	1,34
		40	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	7,97
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	180,68
V	a	80	-0,96	-1,09	-0,96	-1,05	-1,11	-0,96
		40	-5,52	-6,24	-5,52	-6,01	-6,35	-5,52
		0	-100	-100	-100	-100	-100	-100
	b,c	80	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17	-0,19	-0,15
		40	-9,90	-1,03	-0,90	-0,99	-1,08	-0,90
		0	-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

F	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
I	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	-	
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	-	
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	-	
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	-	
		60	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	-	
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	-	
	V	a	80	-0,57	-0,57	-0,57	-0,45	-0,61	-
			40	-3,31	-3,28	-3,31	-2,61	-3,50	-
			0	-59,87	-52,48	-59,87	-43,33	-55,19	-
b,c		80	-0,16	-0,15	-0,16	-0,15	-0,16	-	
		40	-0,95	-0,85	-0,95	-0,90	-0,91	-	
		0	-16,81	-13,22	-16,81	-14,83	-13,97	-	



G	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	8,48
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	48,57
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	877,31
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	1,34
		40	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	7,97
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	180,68
V	a	80	-0,68	-0,72	-0,68	-0,54	-0,68	-0,68
		40	-3,91	-4,14	-3,91	-3,08	-3,91	-3,91
		0	-70,64	-66,10	-70,64	-51,06	-61,53	-70,64
	b,c	80	-0,18	-0,18	-0,18	-0,17	-0,17	-0,18
		40	-1,06	-1,07	-1,06	-1,01	-1,01	-1,06
		0	-18,84	-16,89	-18,84	-16,68	-15,68	-18,84

H,I	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	8,48
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	48,57
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	877,31
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	1,34
		40	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	7,97
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	180,68
V	a	80	-0,30	-0,23	-0,30	-0,25	-0,22	-0,30
		40	-1,76	-1,32	-1,76	-1,45	-1,24	-1,76
		0	-31,62	-20,98	-31,62	-24,06	-19,49	-31,62
	b,c	80	-0,19	-0,16	-0,19	-0,17	-0,15	-0,19
		40	-1,12	-0,90	-1,12	-0,97	-0,86	-1,12
		0	-20,39	-14,60	-20,39	-16,30	-13,62	-20,39
			-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

J, K, L	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-0,96	-1,09	-0,96	-1,05	-1,11	-0,96
		40	-5,52	-6,24	-5,52	-6,01	-6,35	-5,52
		0	-100	-100	-100	-100	-100	-100
	b, c	80	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17	-0,19	-0,15
		40	-0,90	-1,03	-0,90	-0,99	-1,08	-0,90
		0	-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

J	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	11,41	11,26	11,41	11,31	11,24	11,41
		40	65,32	64,06	65,32	64,46	63,88	65,32
		0	1179,82	1023,56	1179,82	1069,38	1004,24	1179,82
	b, c	80	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17	-0,19	-0,15
		40	-0,90	-1,03	-0,90	-0,99	-1,08	-0,90
		0	-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

K	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
I	a	80	23,79	23,62	23,79	23,68	23,60	23,79	
		40	136,18	134,37	136,18	134,95	134,12	136,18	
		0	2459,64	2147,12	2459,64	2238	2108,48	2459,64	
	b,c	80	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17	-0,19	-0,15	
			40	-0,90	-1,03	-0,90	-0,99	-1,08	-0,90
			0	-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

L	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
I	a	80	-0,96	-1,09	-0,96	-1,05	-1,11	-0,96	
		40	-5,52	-6,24	-5,52	-6,01	-6,35	-5,52	
		0	-100	-100	-100	-100	-100	-100	
	b,c	80	-0,15	-0,18	-0,15	-0,17	-0,19	-0,15	
			40	-0,90	-1,03	-0,90	-0,99	-1,08	-0,90
			0	-14,53	-15,20	-14,53	-15,01	-15,83	-14,53

M	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
I	a	80	-	-	8,48	7,78	7,35	-	
		40	-	-	48,57	44,36	41,77	-	
		0	-	-	877,31	735,92	656,55	-	
	b,c	80	-	-	1,34	1,64	1,81	-	
		40	-	-	7,97	9,59	10,50	-	
		0	-	-	180,68	186,86	187,70	-	
	V	a	80	-	-	-0,57	-0,45	-0,61	-
			40	-	-	-3,31	-2,61	-3,50	-
			0	-	-	-59,87	-43,33	-55,19	-
b,c		80	-	-	-0,16	-0,15	-0,16	-	
		40	-	-	-0,95	-0,90	-0,91	-	
		0	-	-	-16,81	-14,83	-13,97	-	

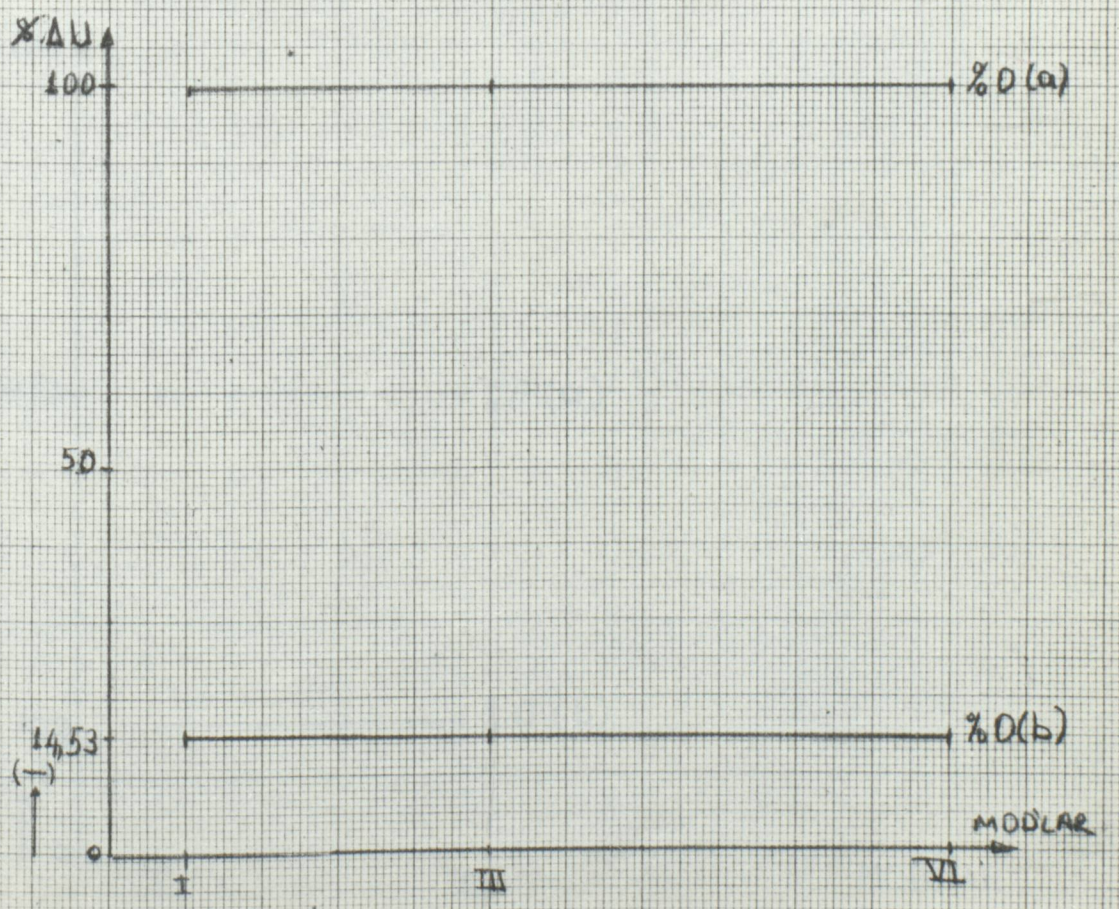
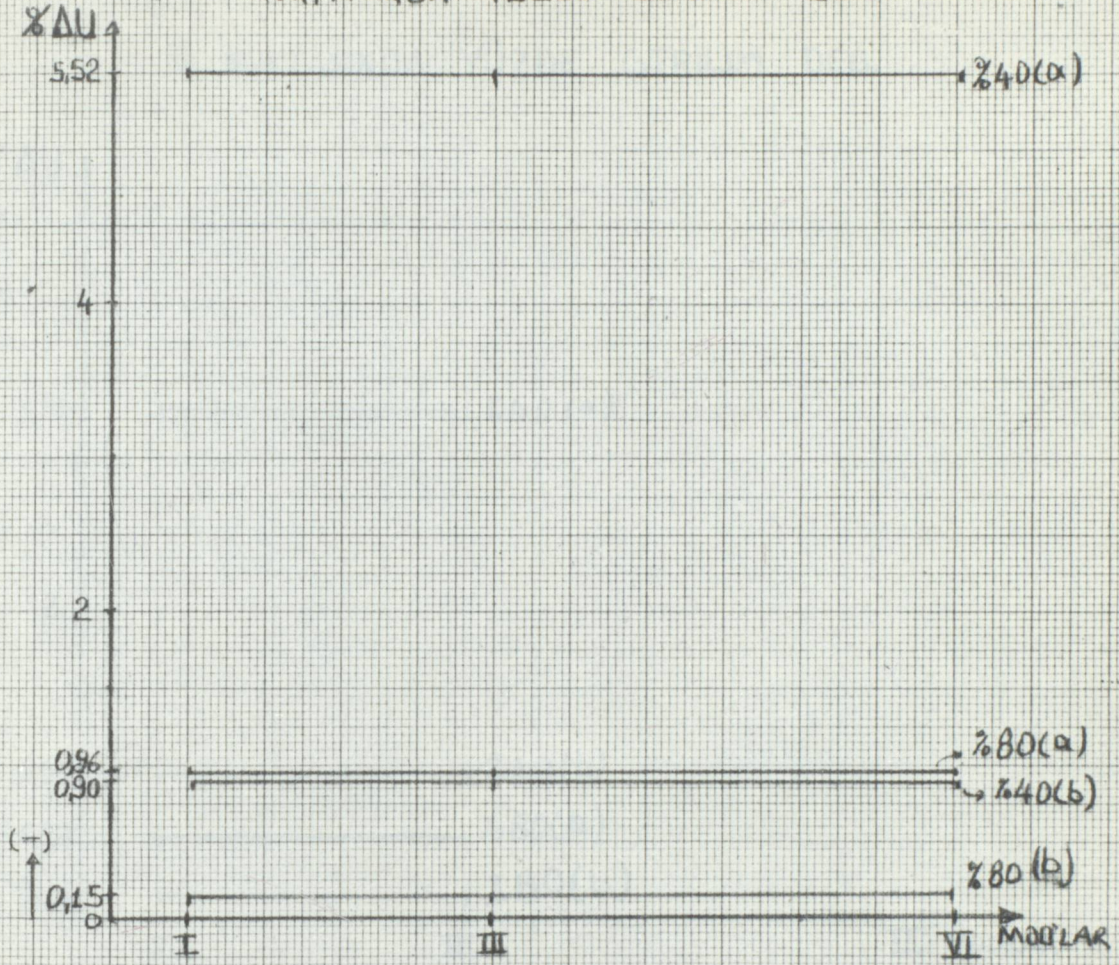
N	az	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
I	a	80	-	-	8,48	7,78	7,35	-	
		40	-	-	48,57	44,36	41,77	-	
		0	-	-	877,31	735,92	656,55	-	
	b,c	80	-	-	1,34	1,64	1,81	-	
		40	-	-	7,97	9,59	10,50	-	
		0	-	-	180,68	186,86	187,70	-	
	V	a	80	-	-	-0,68	-0,54	-0,68	-
			40	-	-	-3,91	-3,08	-3,91	-
			0	-	-	-70,64	-51,06	-61,53	-
b.c		80	-	-	-0,18	-0,17	-0,17	-	
		40	-	-	-1,06	-1,01	-1,01	-	
		0	-	-	-18,84	-16,68	-15,68	-	

			NOKTALAR			
MOD VI	Faz	%	O,OO,T	U,P,PP	R,RR,V	S,SS,Y
I	a	80	8,48	8,48	8,48	8,48
		40	48,57	48,57	48,57	48,57
		0	877,3I	877,3I	877,3I	877,3I
	b,c	80	I,34	I,34	I,34	I,34
		40	7,97	7,97	7,97	7,97
		0	I80,68	I80,68	I80,68	I80,68
V	a	80	-0,70	-0,75	-0,50	-0,55
		40	-4,03	-4,33	-2,88	-3,17
		0	-72,87	-78,35	-5I,98	-57,27
	b,c	80	-0,I6	-0,I7	-0,I8	-0,I8
		40	-0,94	-0,99	-I,03	-I,08
		0	-I6,I9	-I7,22	-I8,49	-I9,48

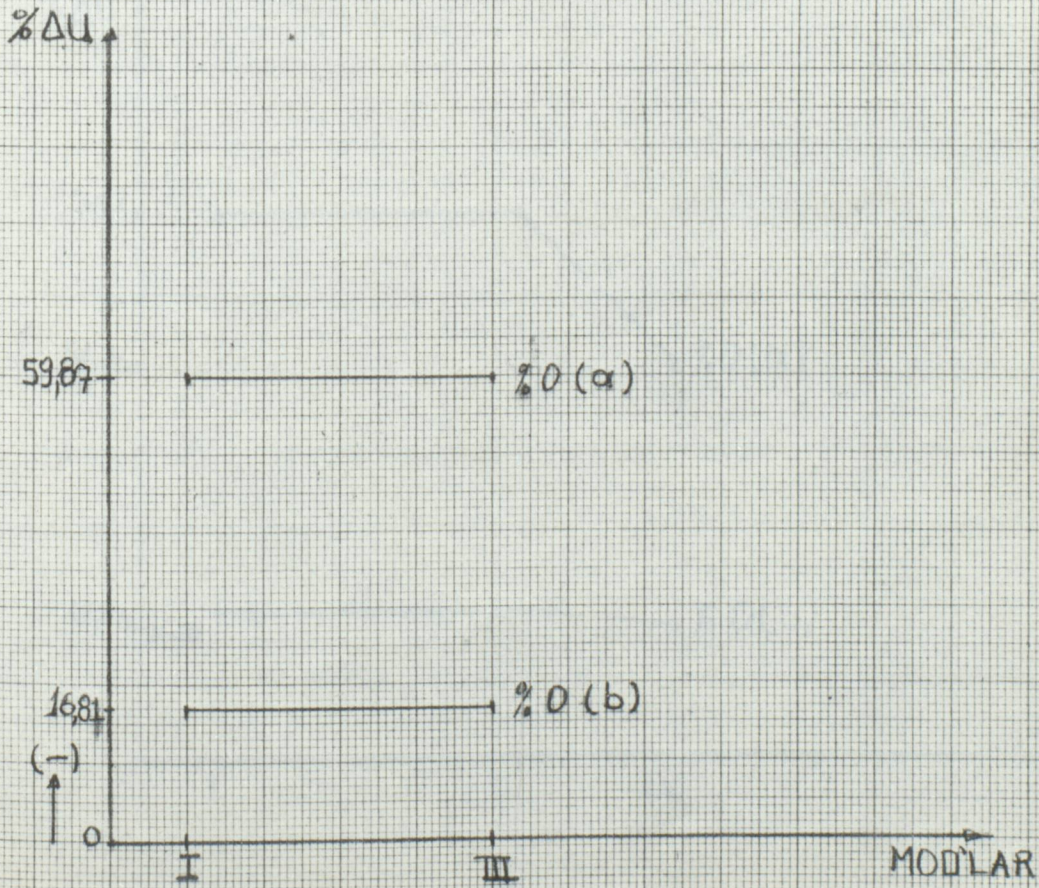
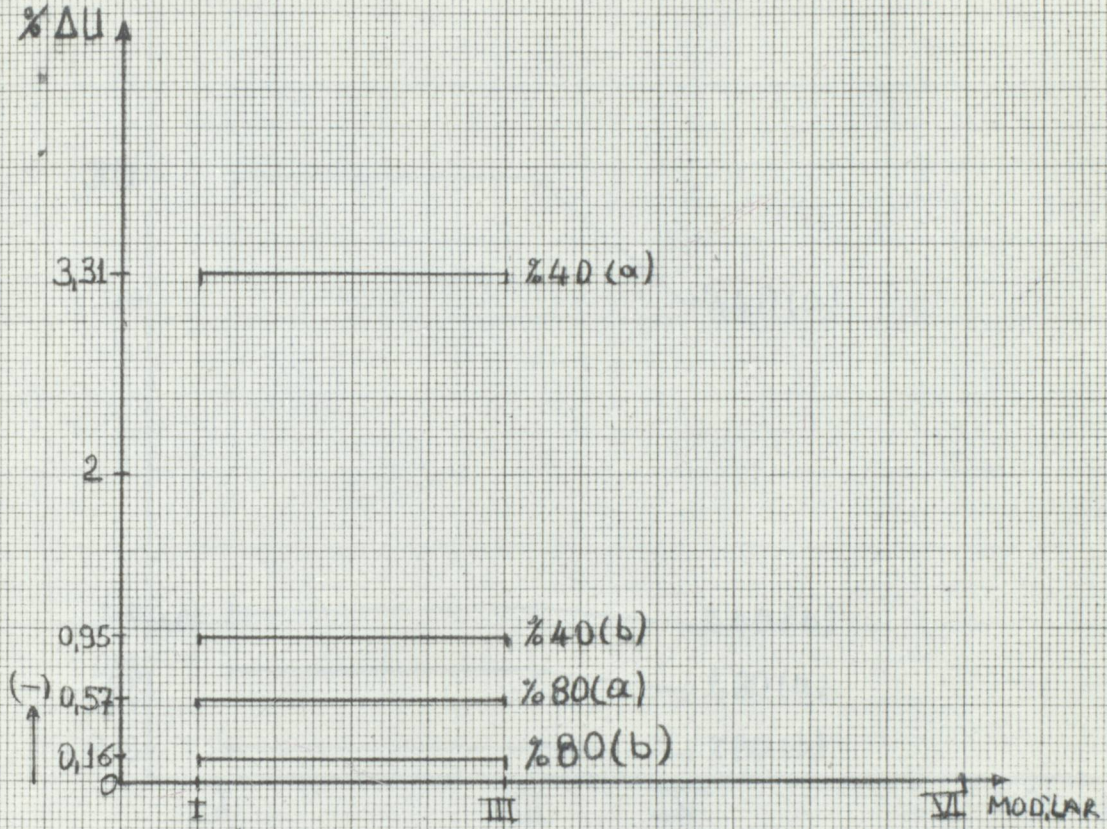
V <sub>c</sub>	raz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	8,48
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	48,57
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	877,31
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	1,34
		40	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	7,97
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	180,68
V	a	80	8,48	7,42	8,48	7,78	7,35	8,48
		40	48,57	42,21	48,57	44,36	41,77	48,57
		0	877,31	674,32	877,31	735,92	656,55	877,31
	b,c	80	1,34	1,80	1,34	1,64	1,81	1,34
		40	7,97	10,51	7,97	9,59	10,50	7,97
		0	180,68	194,30	180,68	186,86	187,70	180,68



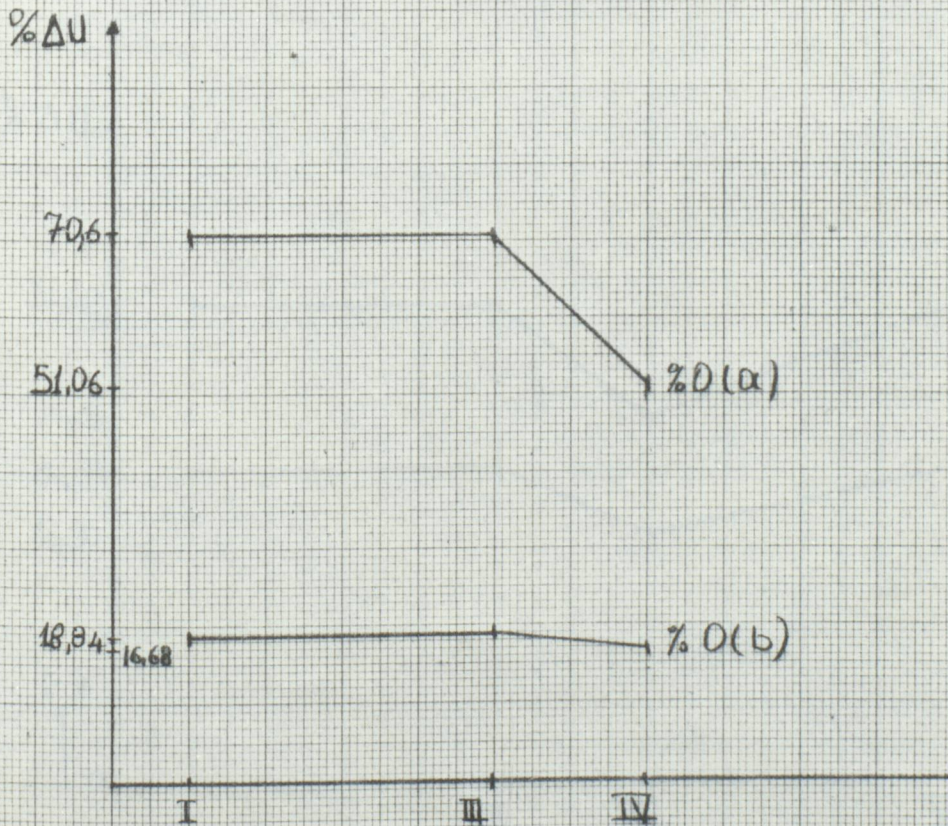
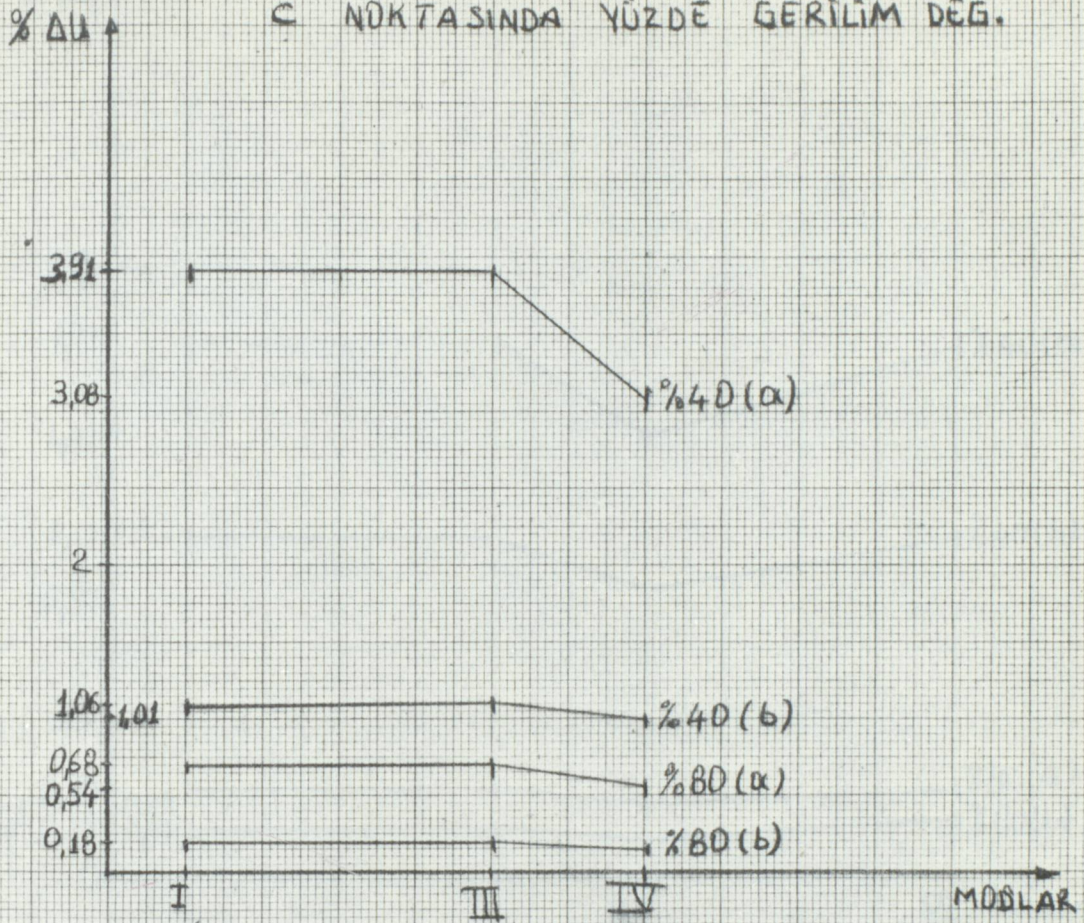
### A NOKTASINDA YÜZDE GERİLİM DEĞ.



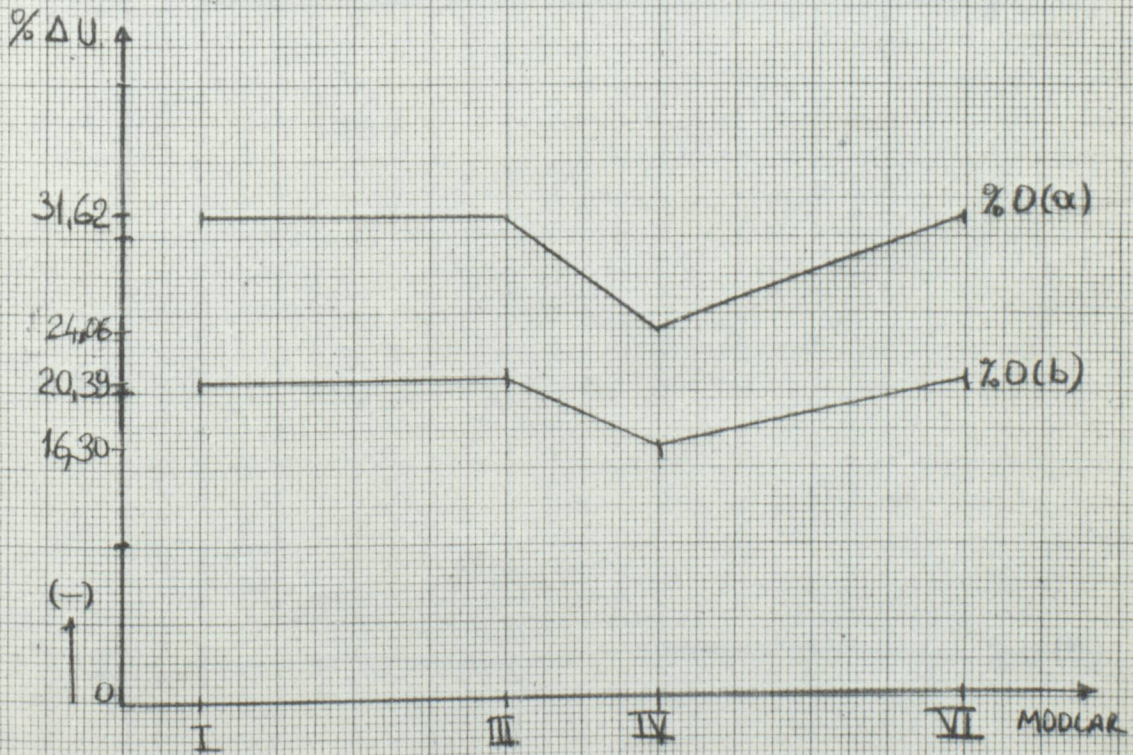
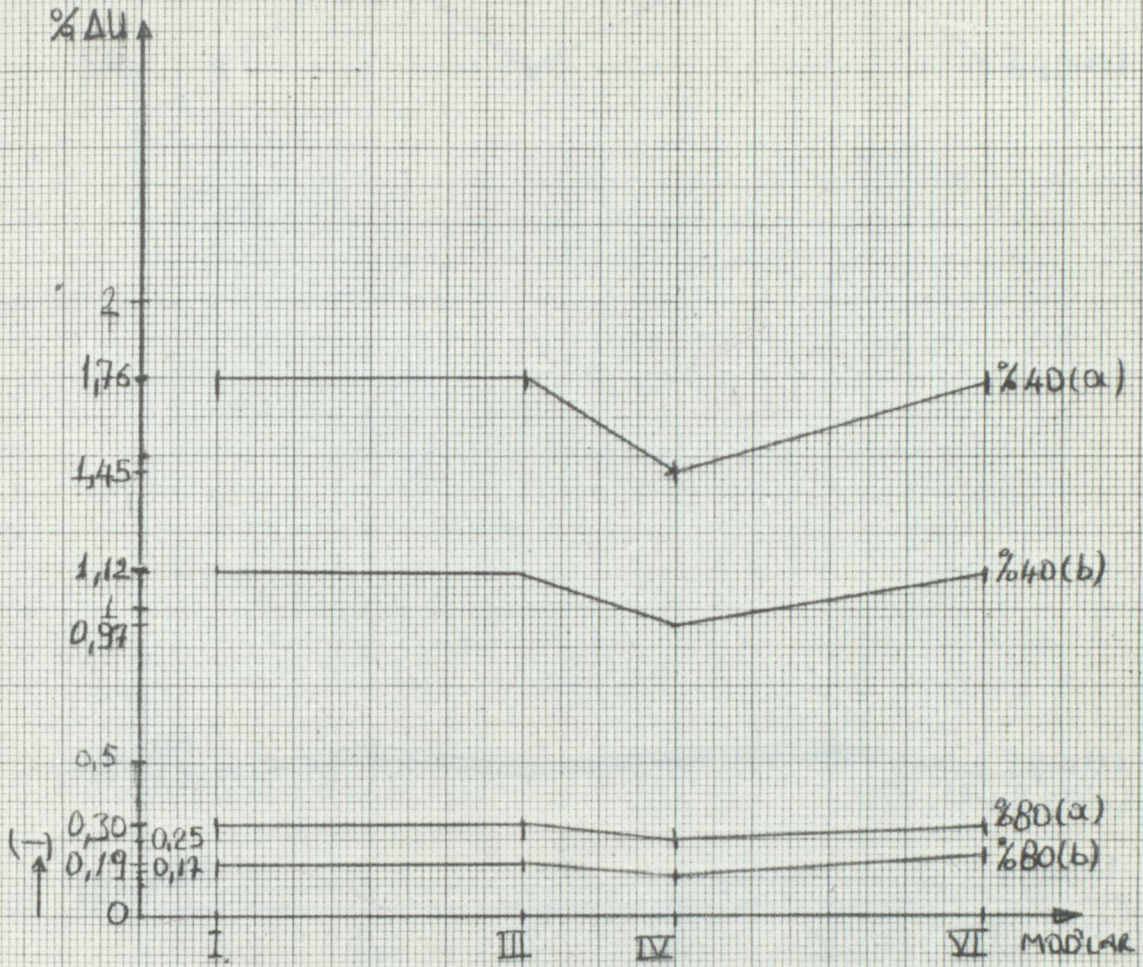
B NOKTASINDA YÜZDE GERİLİM DEĞ.

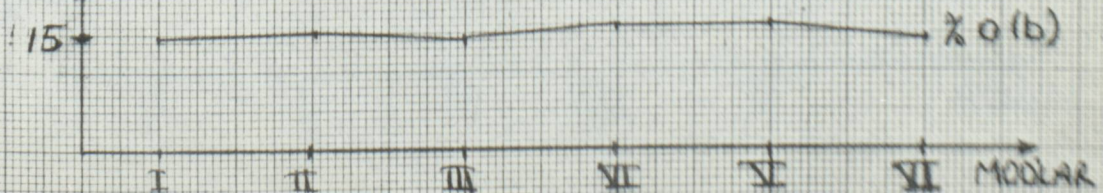
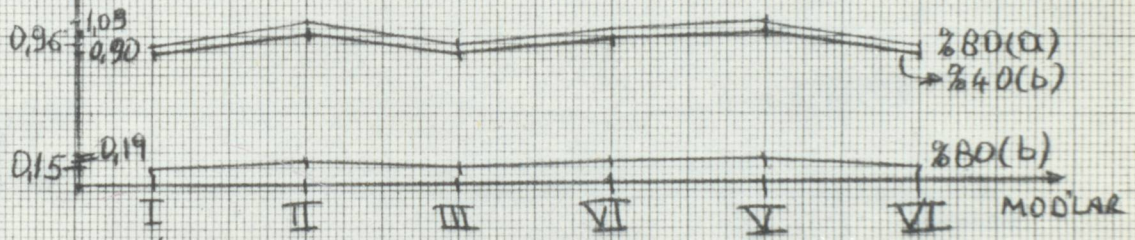
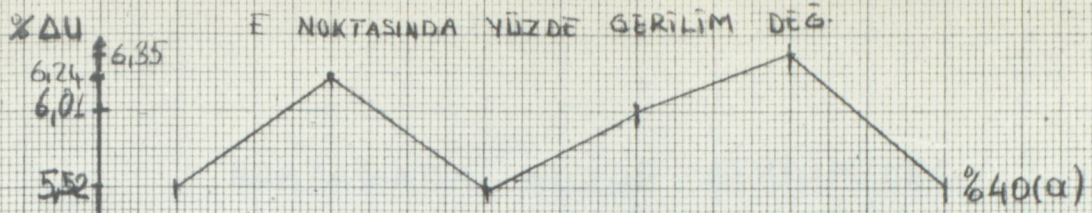


C NOKTASINDA YÜZDE GERİLİM DEĞ.

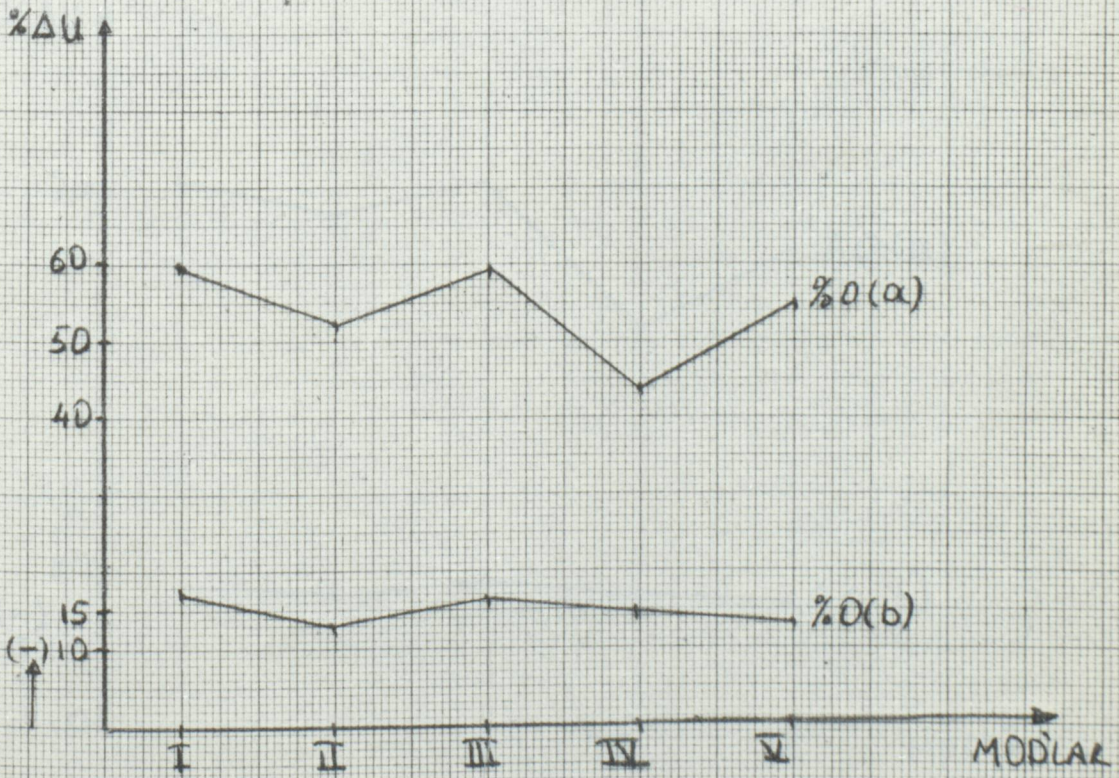
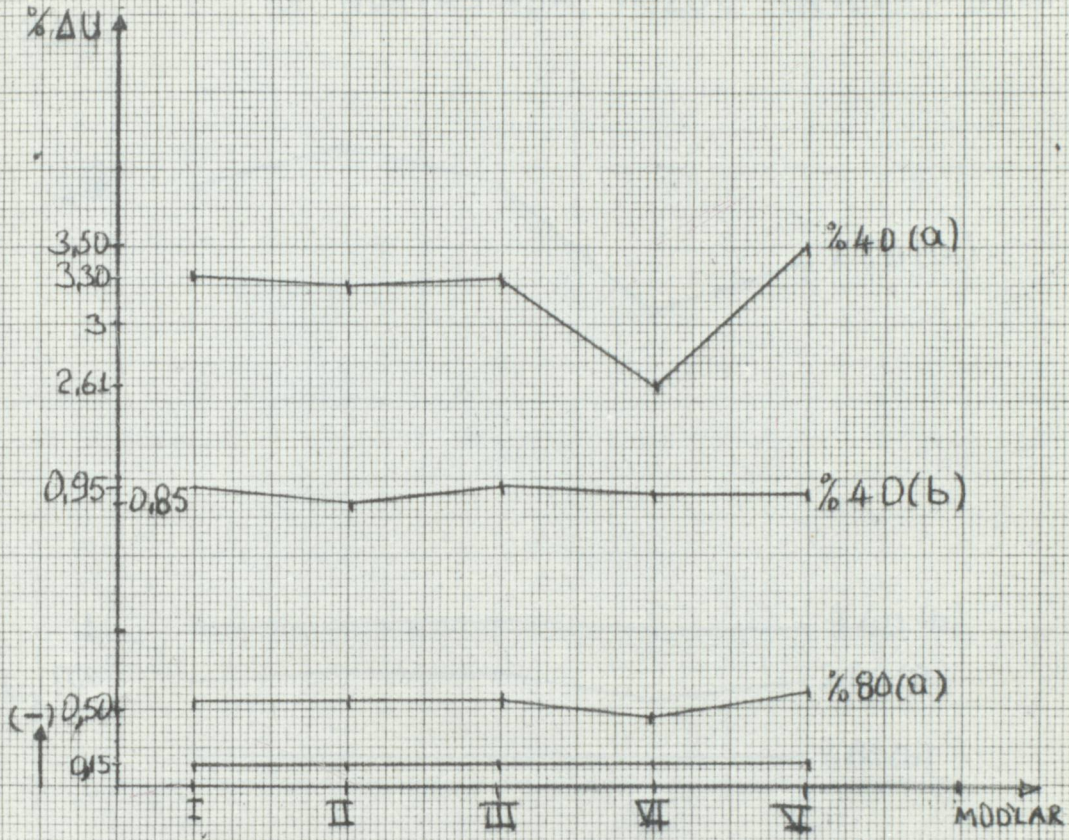


D NOKTASINDA YÜZDE GERİLİM DEĞ.

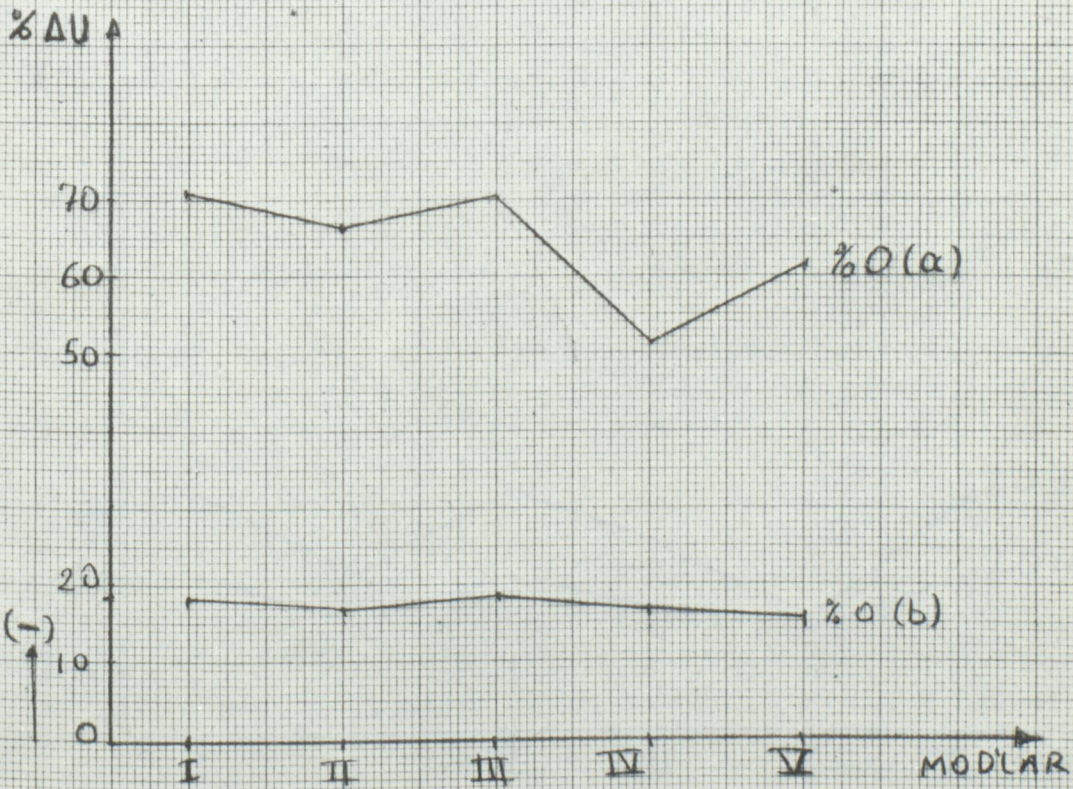
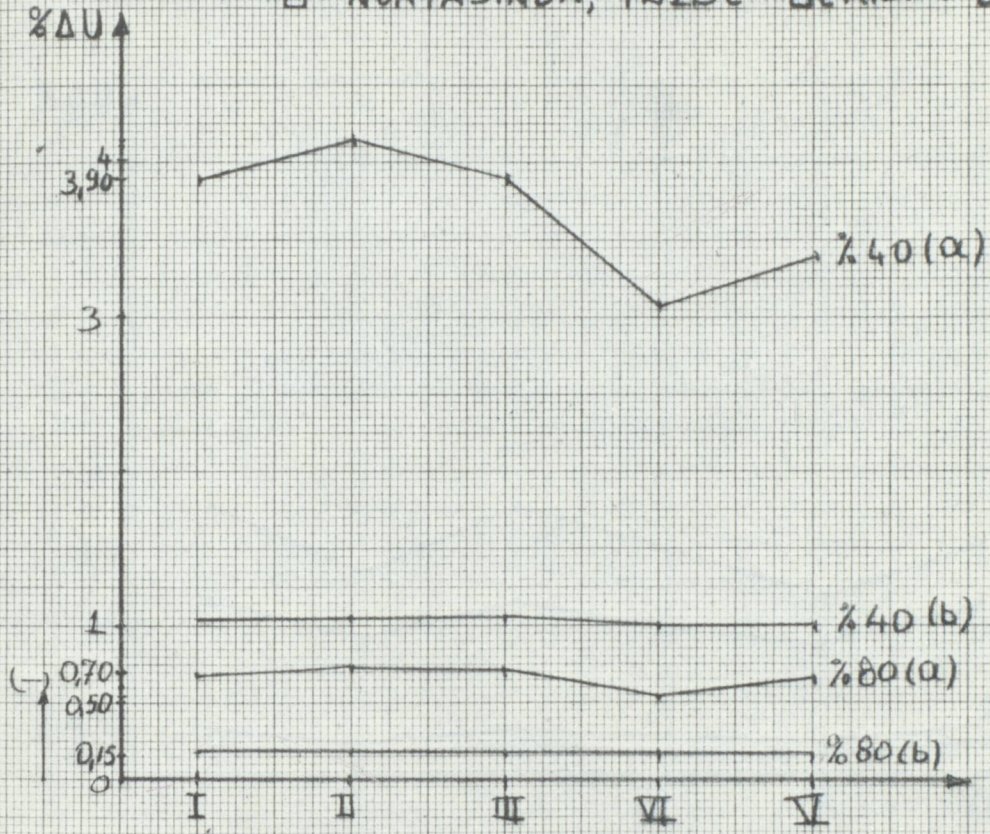




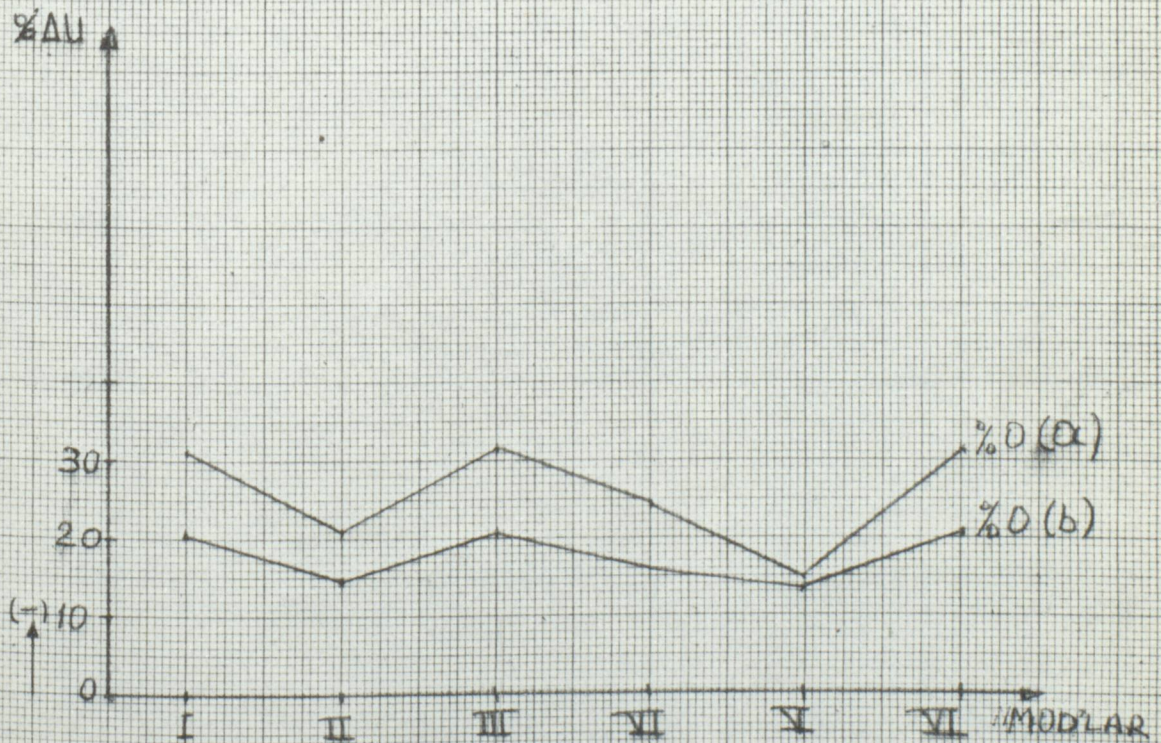
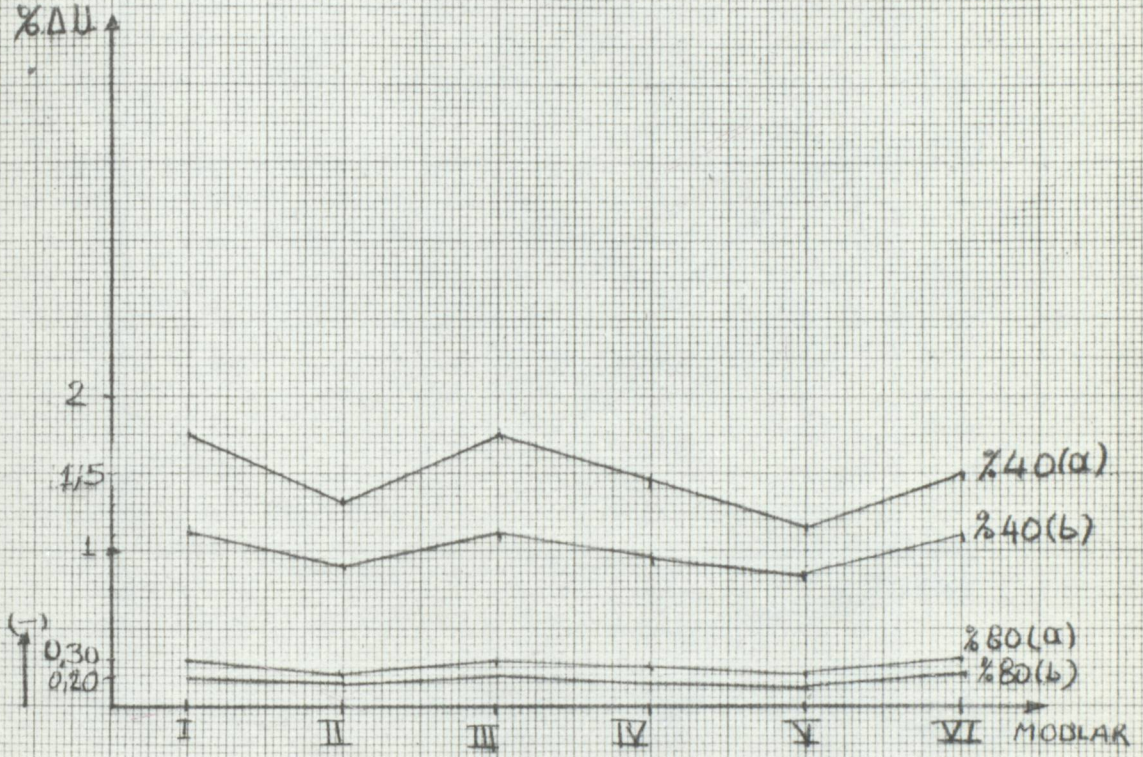
F NOKTASINDA, YÜZDE GERİLİM DEĞ.



### G NOKTASINDA, YÜZDE GERİLİM DEĞ.

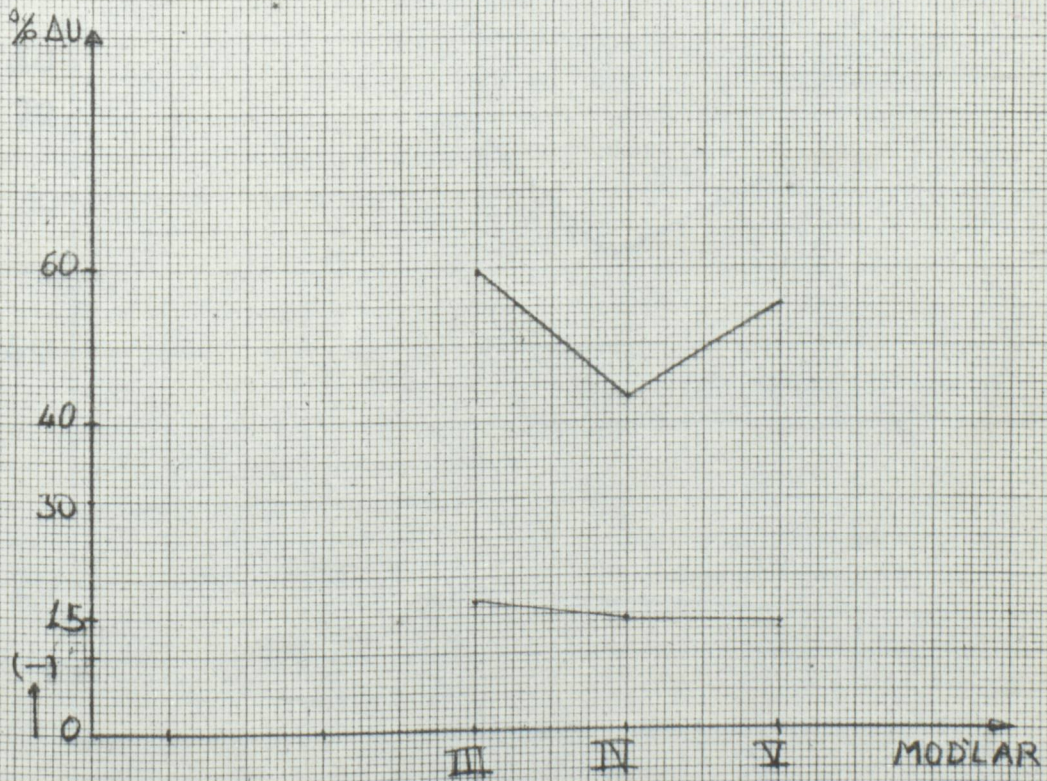
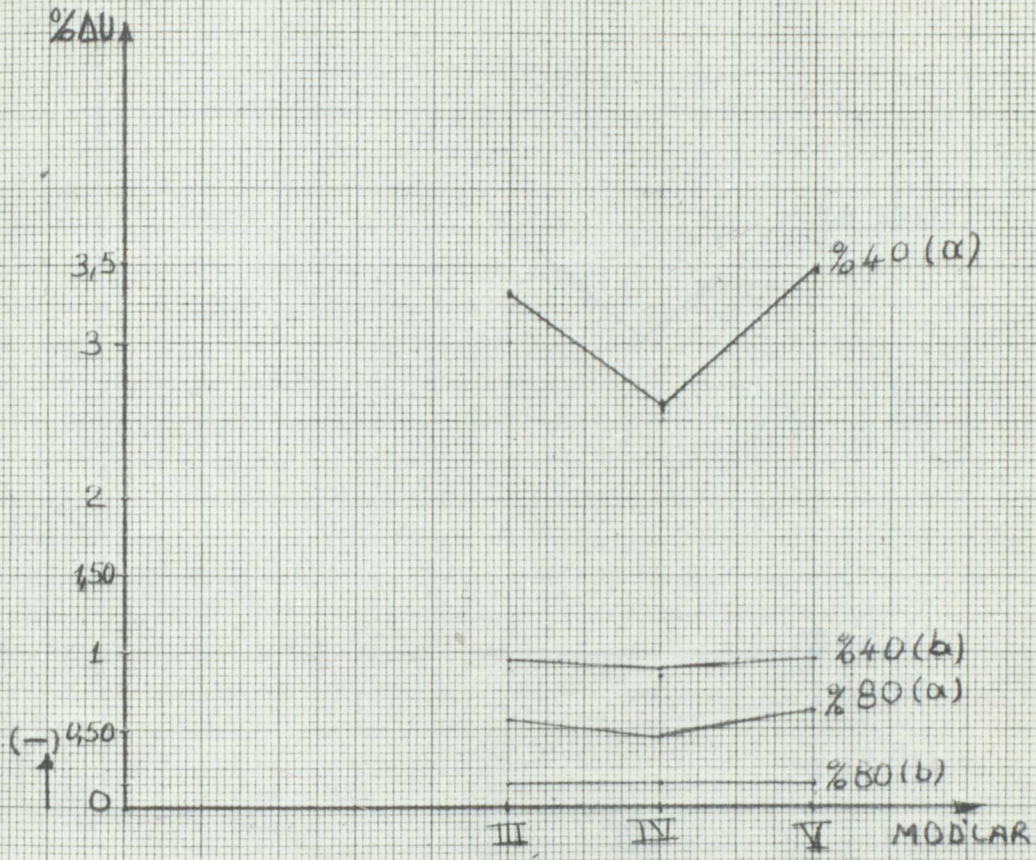


H VE I NOKTASINDA, YÜZDE GERİLİM DEĞ.

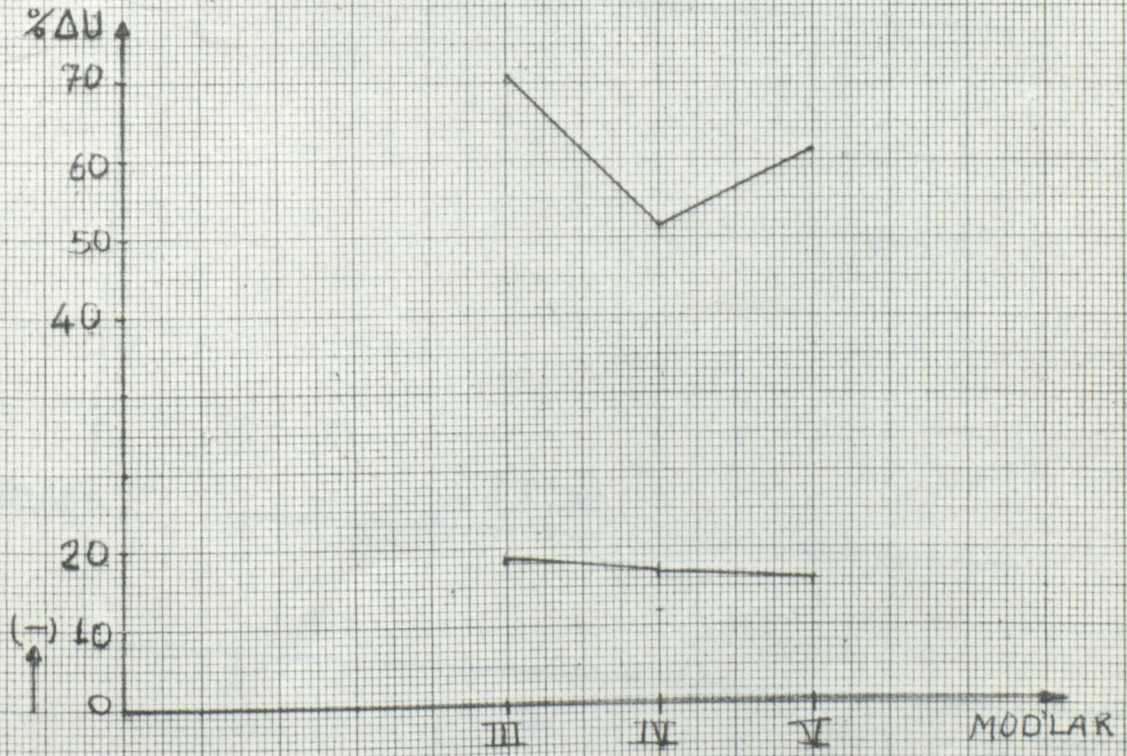
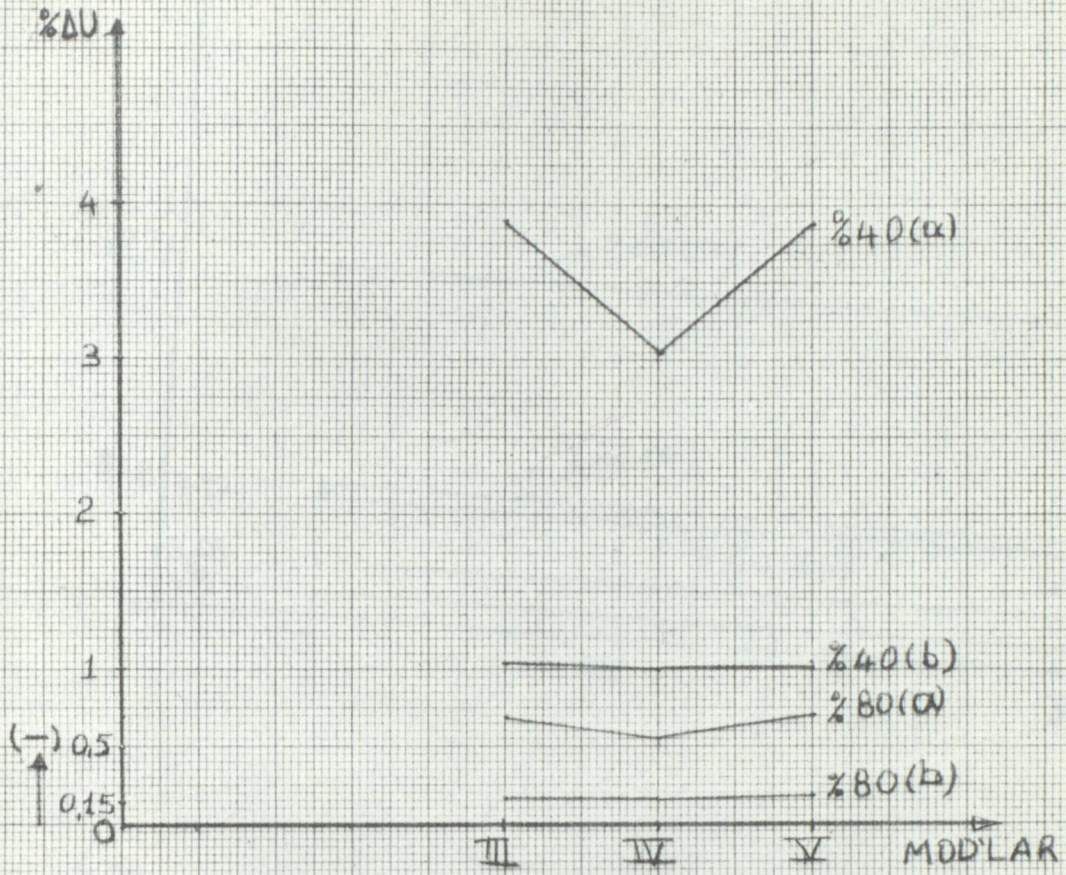




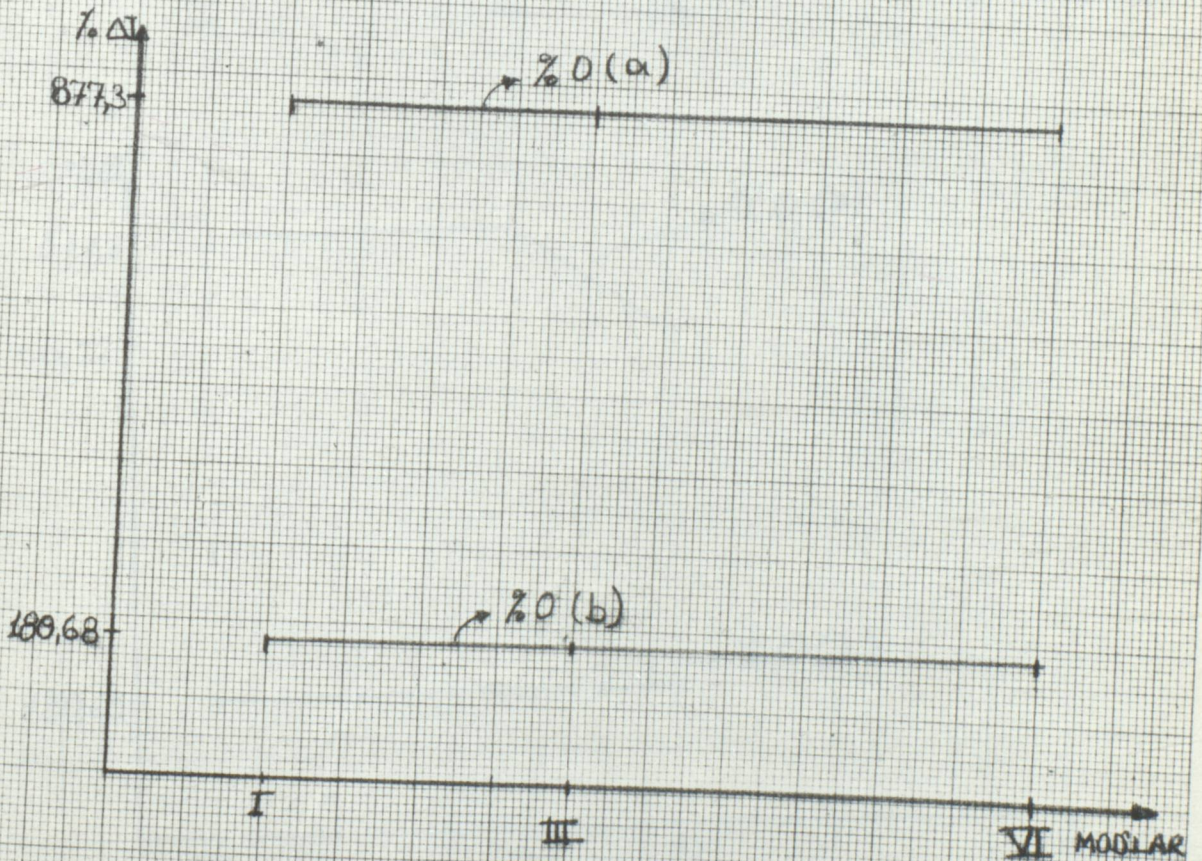
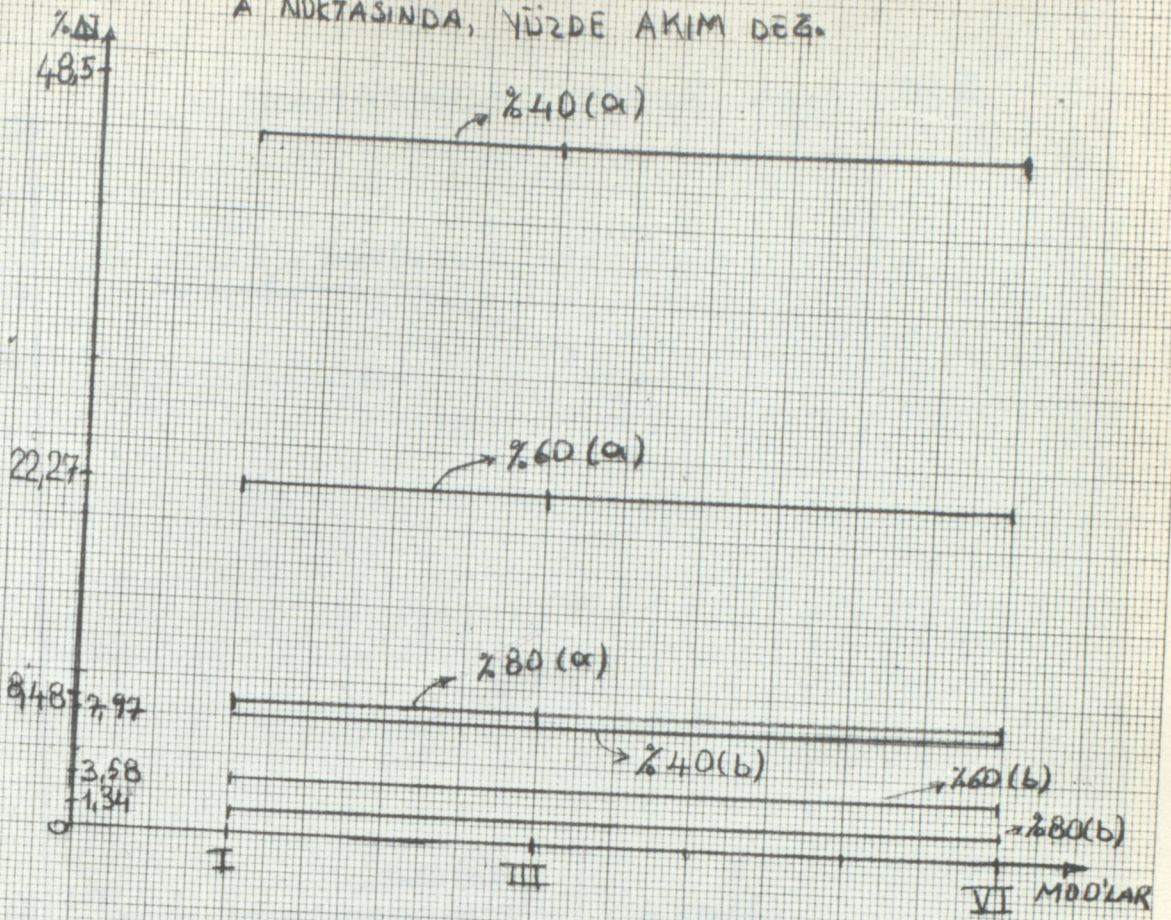
M NOKTASINDA, YÜZDE GERİLİM DEĞ.



N NOKTASINDA. YÜZDE GERİLİM DEĞ.



A NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



C NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.

% $\Delta I$

48,57  
44,36

→ %40(a)

8,48  
7,59  
7,77

→ %80(a)

→ %40(b)

1,34

1,64

→ %80(b)

I

III

IV

MODLAR

% $\Delta I$

877,3

735,92

→ %0(a)

180,68

→ %0(b)

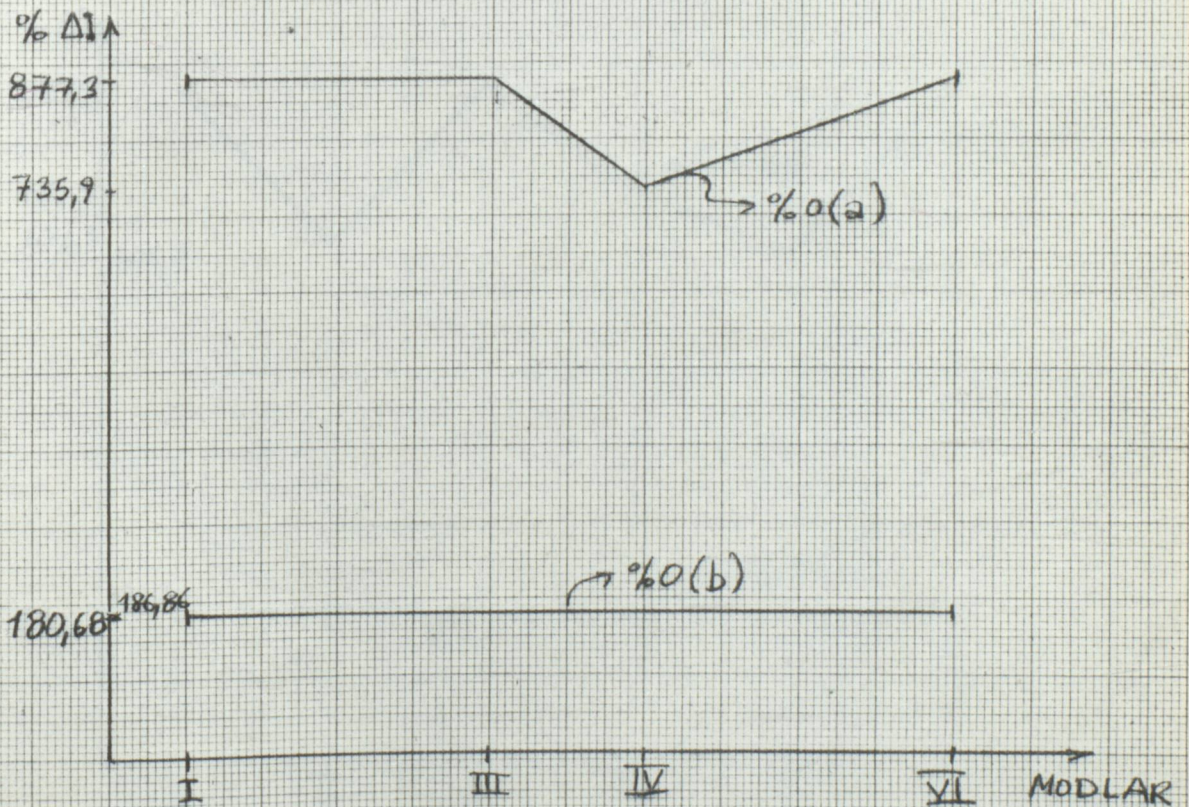
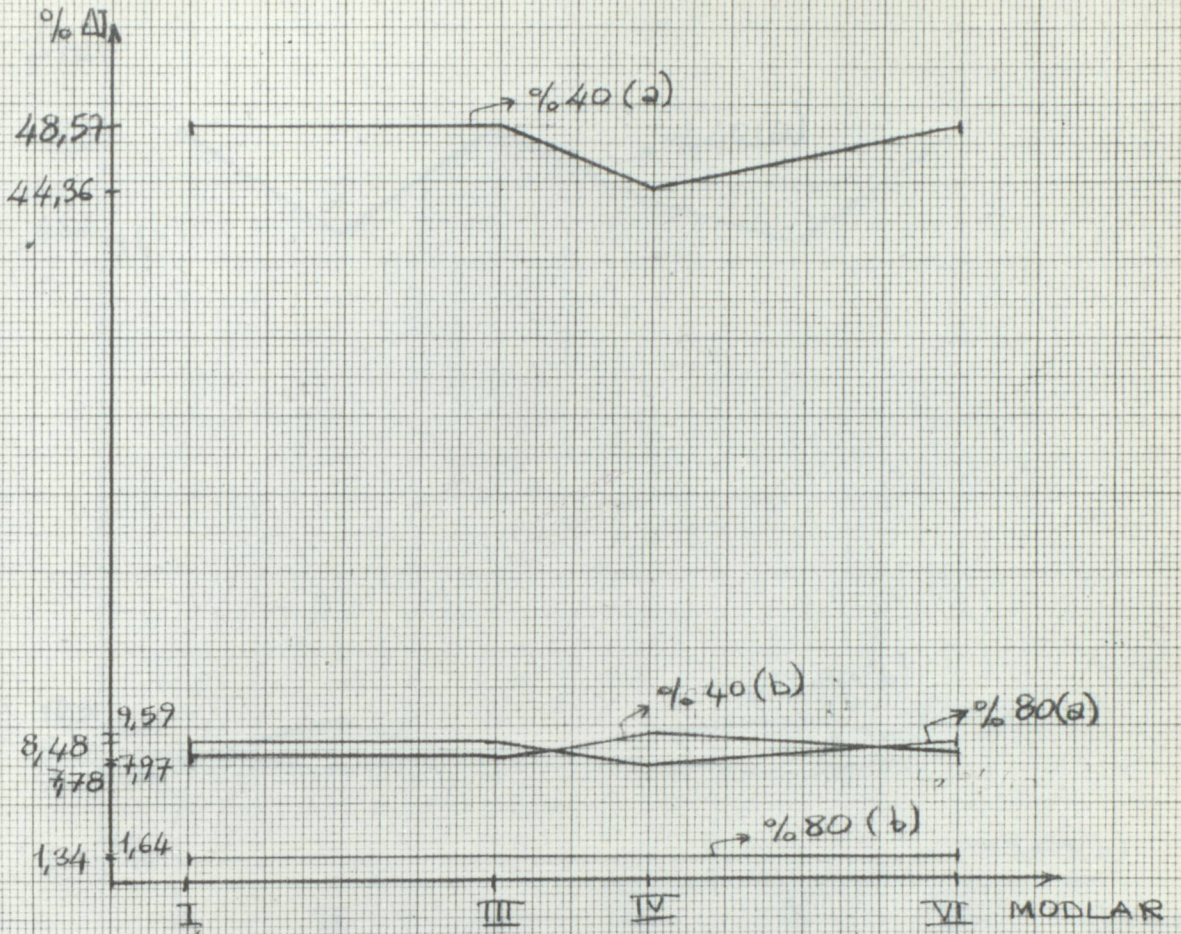
I

III

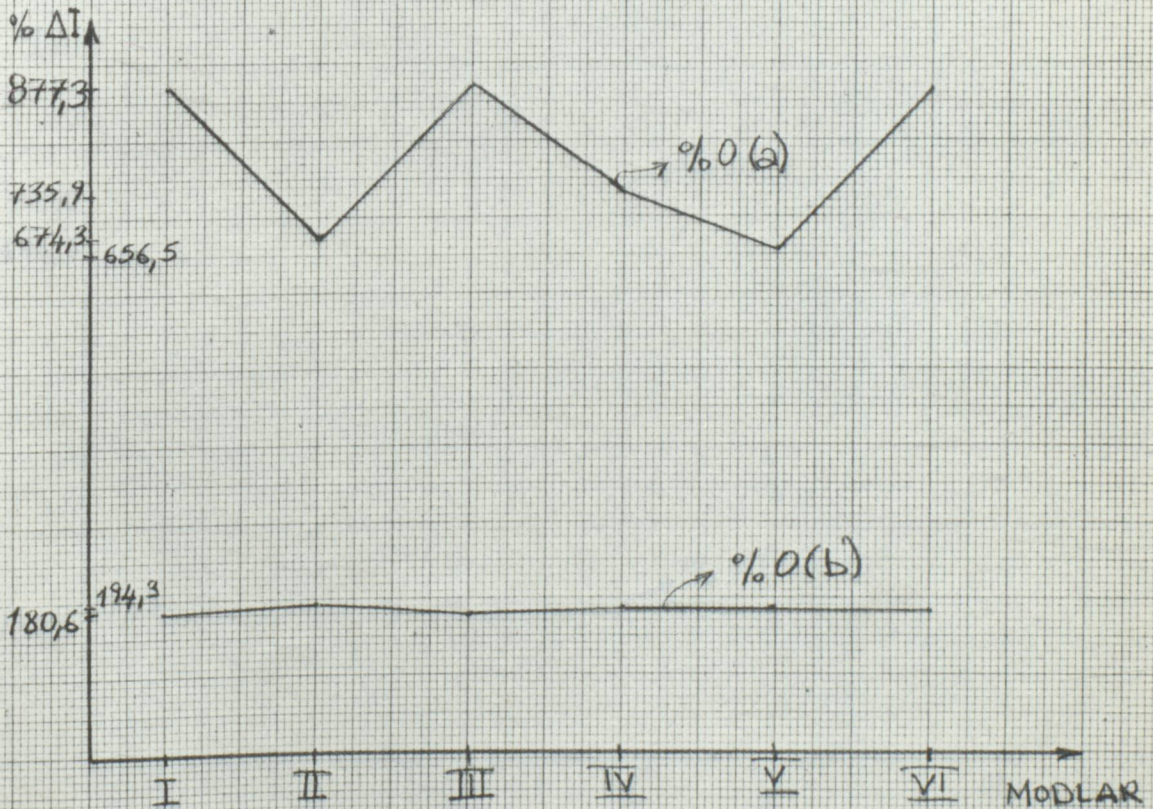
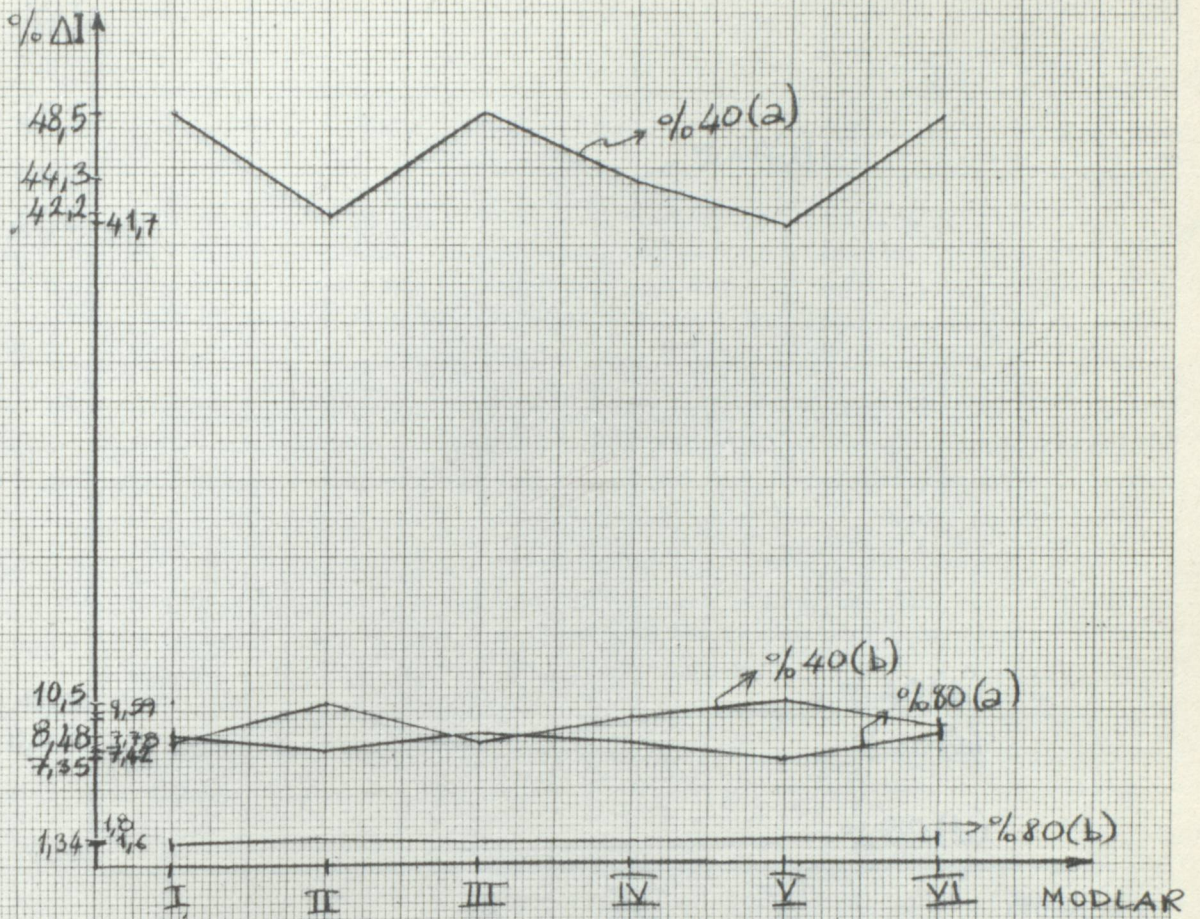
IV

MODLAR

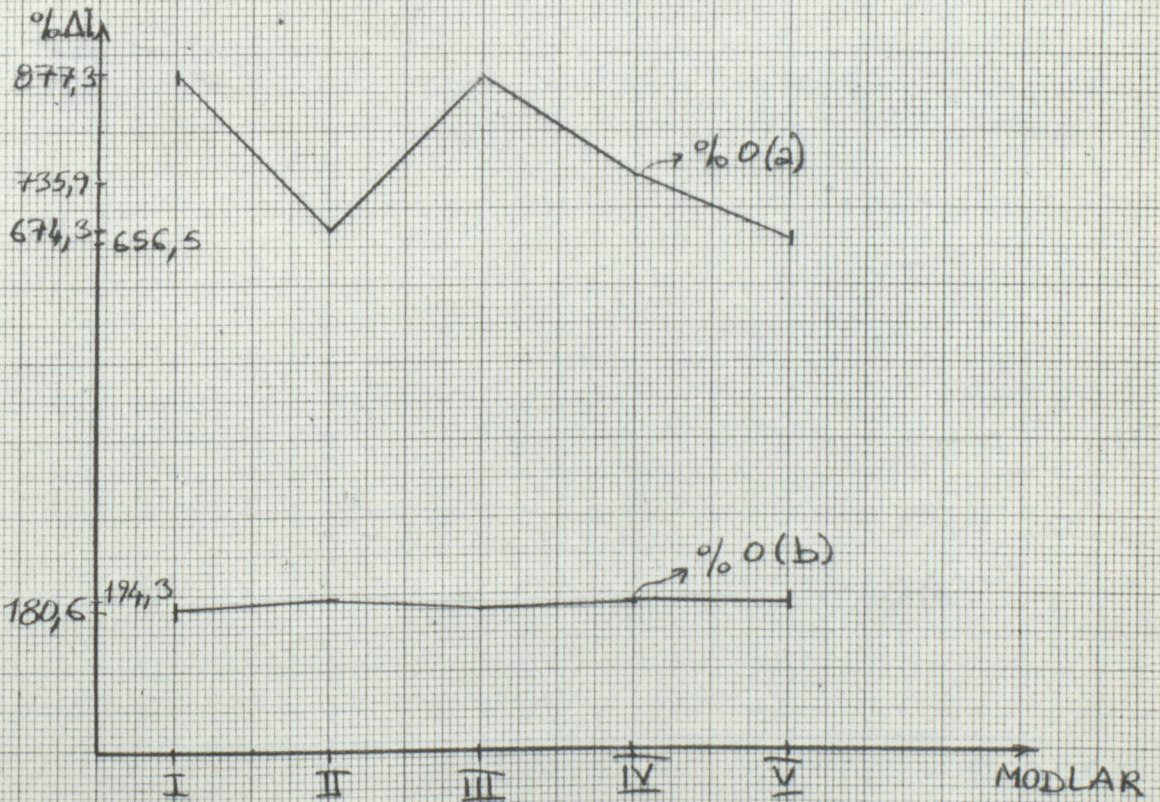
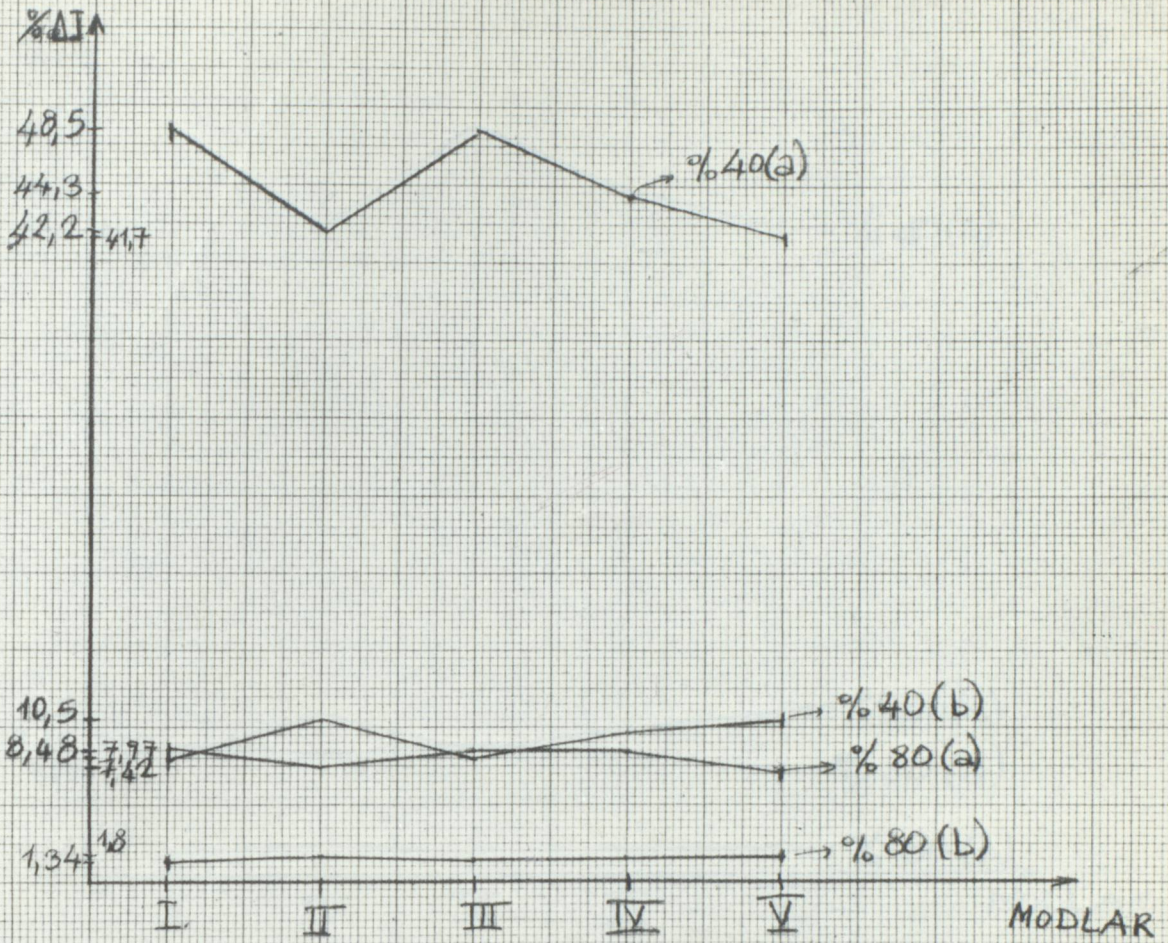
D NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



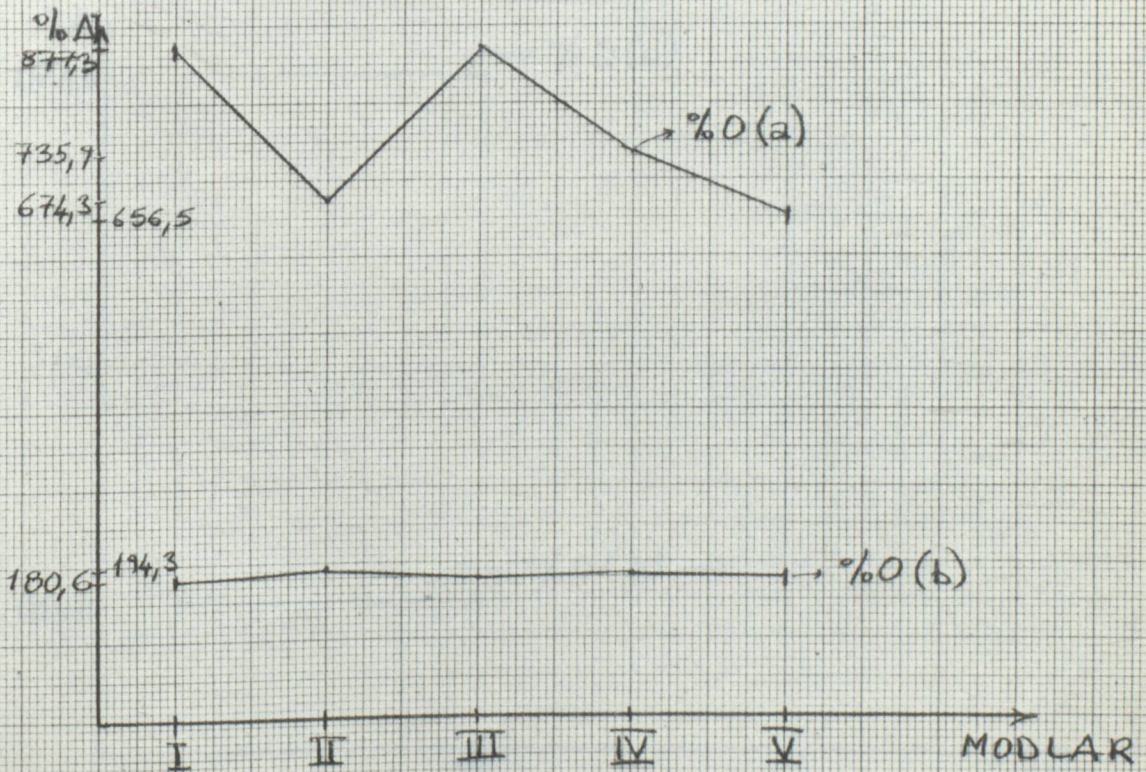
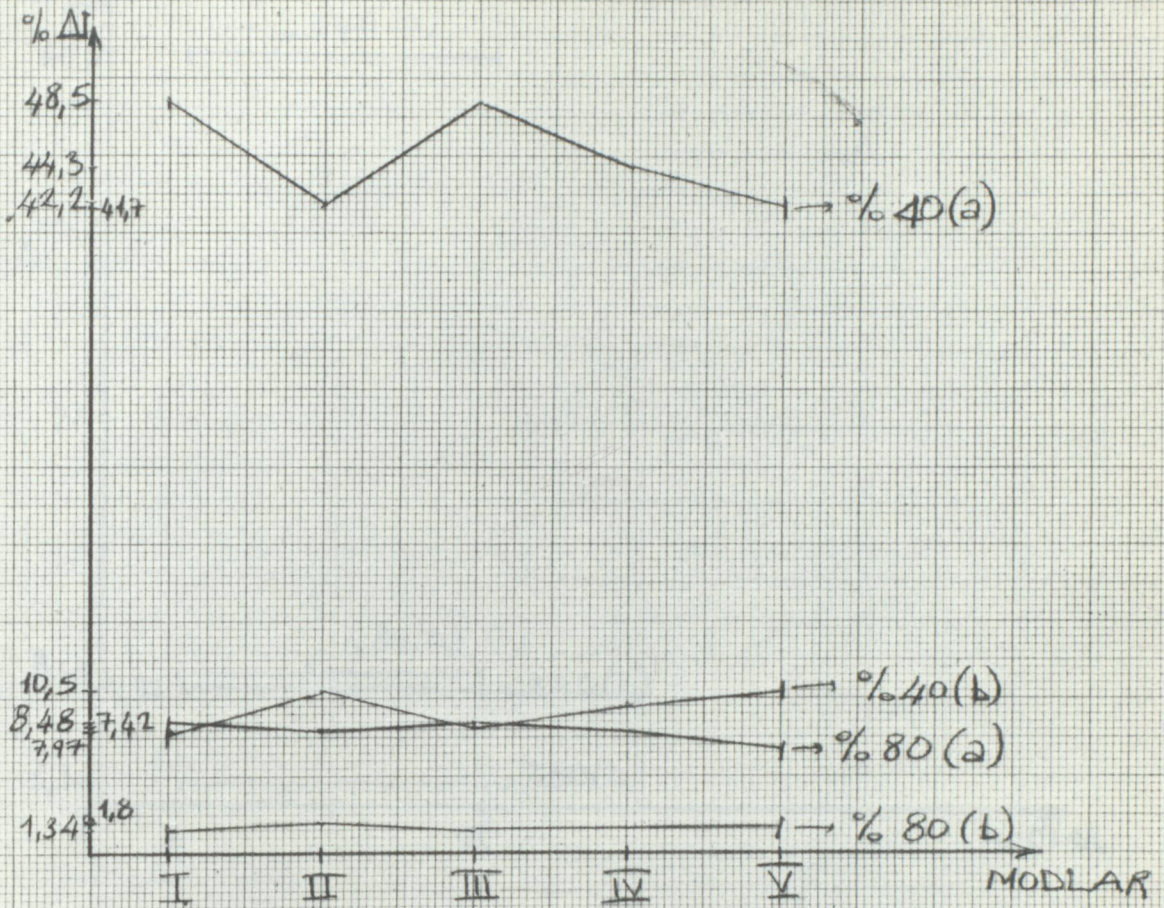
E NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



F NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.

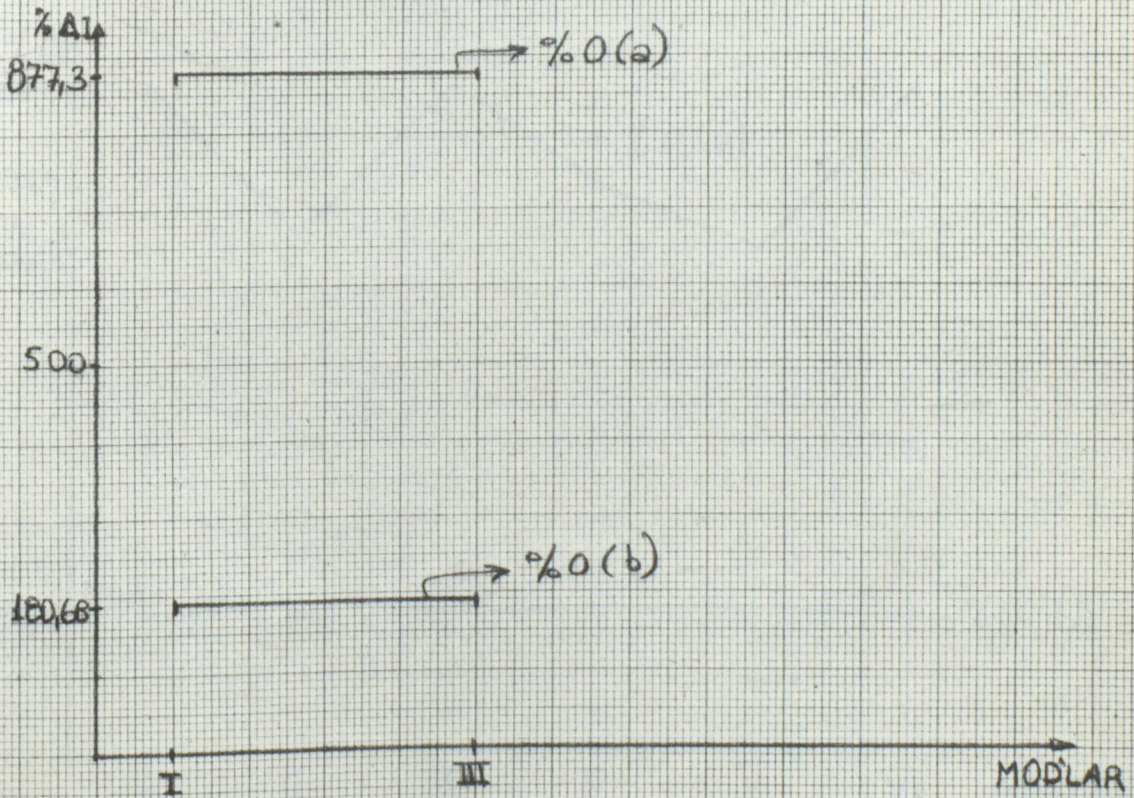
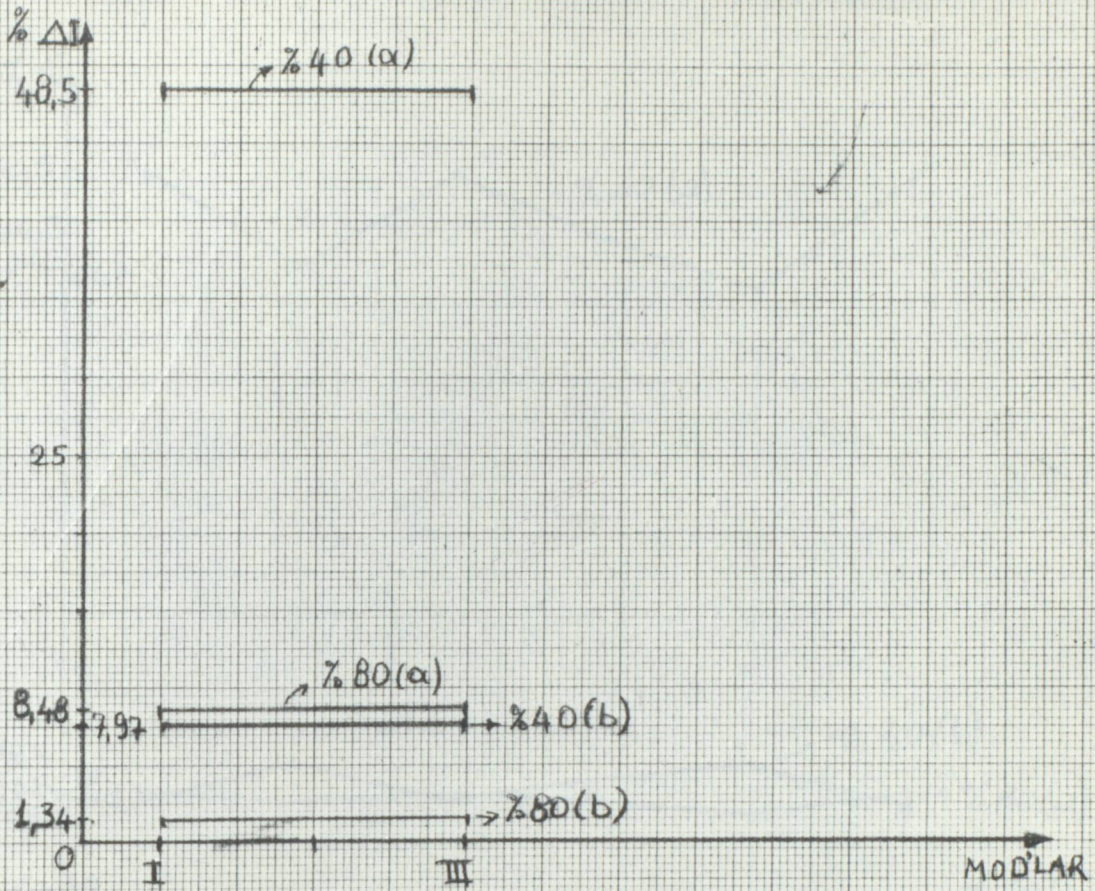


-II<sub>2</sub>-  
G NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.

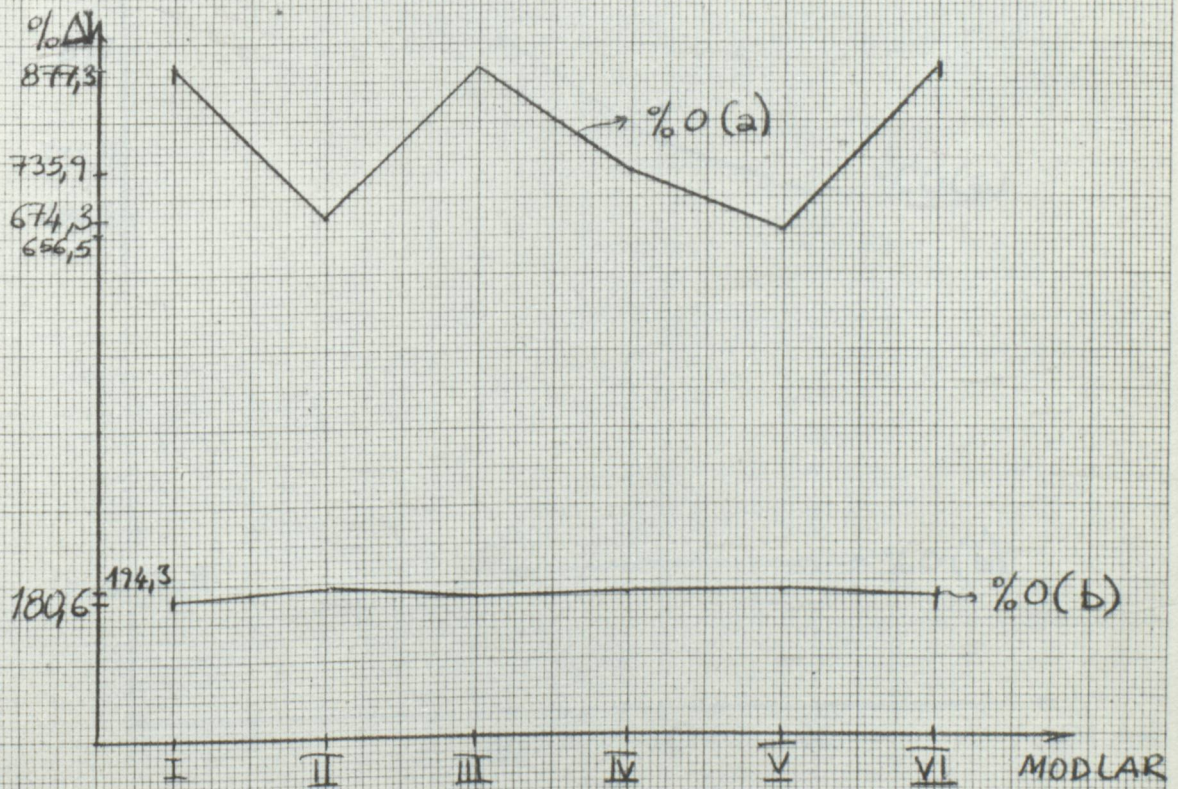
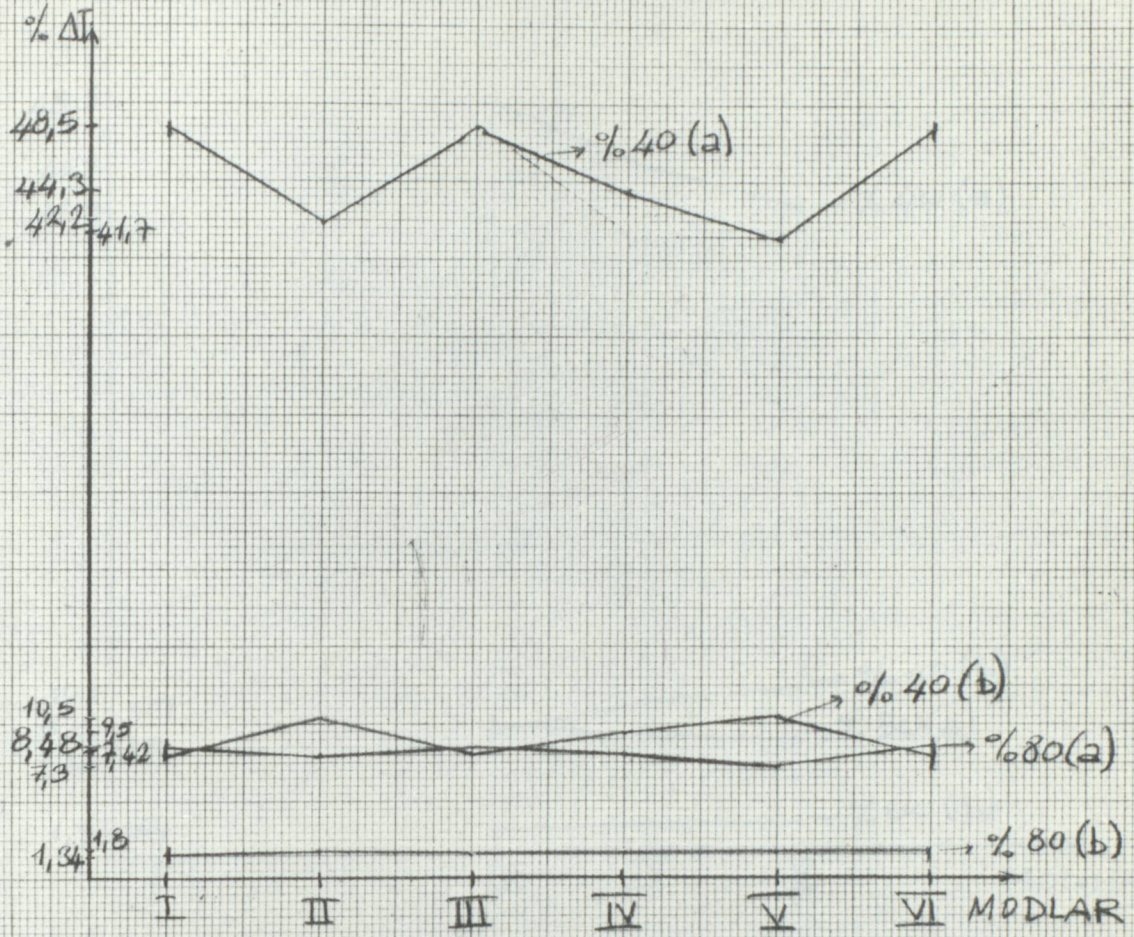




B NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



I, H NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



N, M NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.

%ΔI

48,5

44,3

41,7

10,2

8,48

7,35

1,3

%ΔI

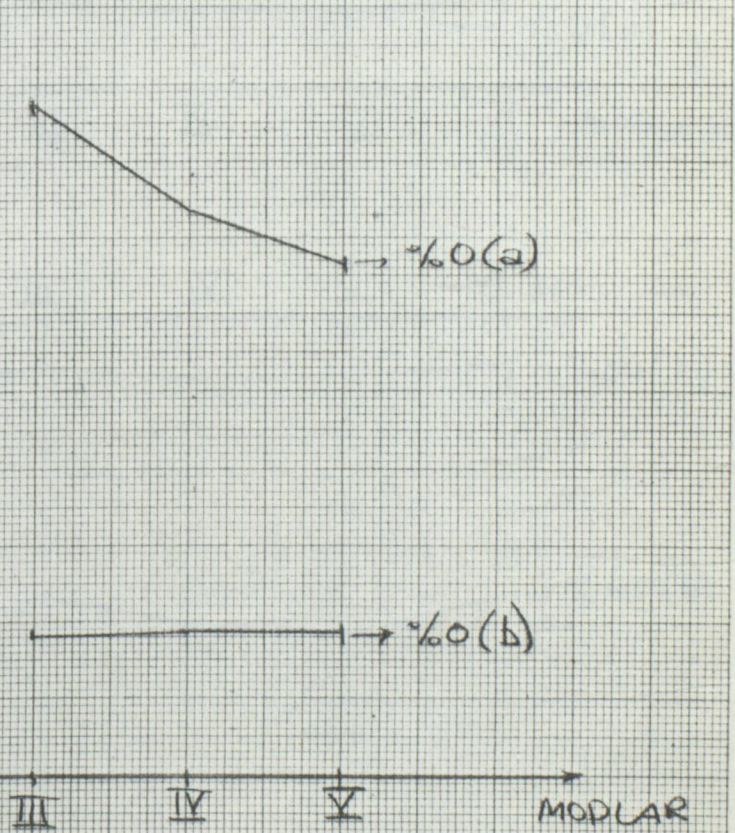
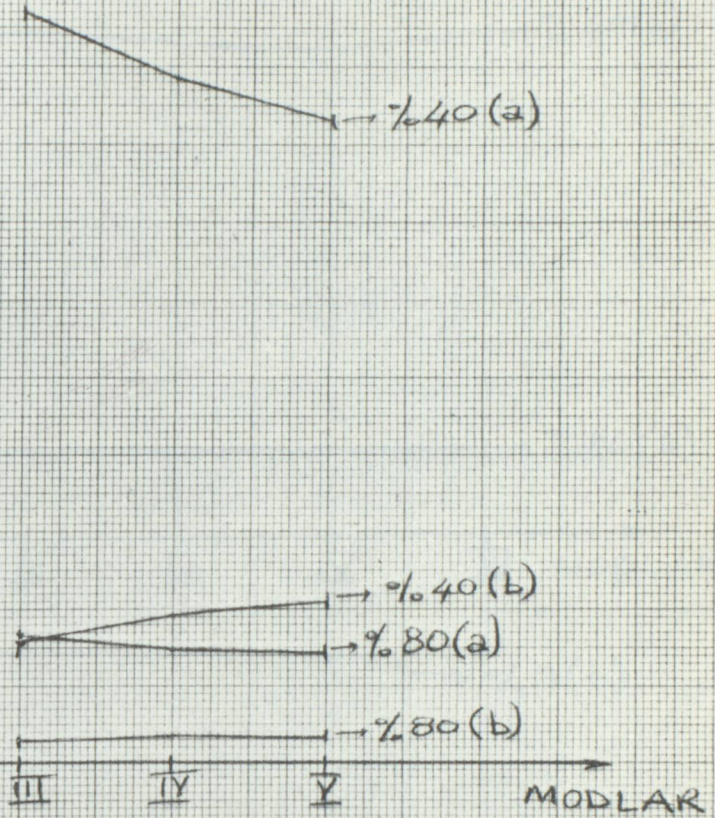
877

735,9

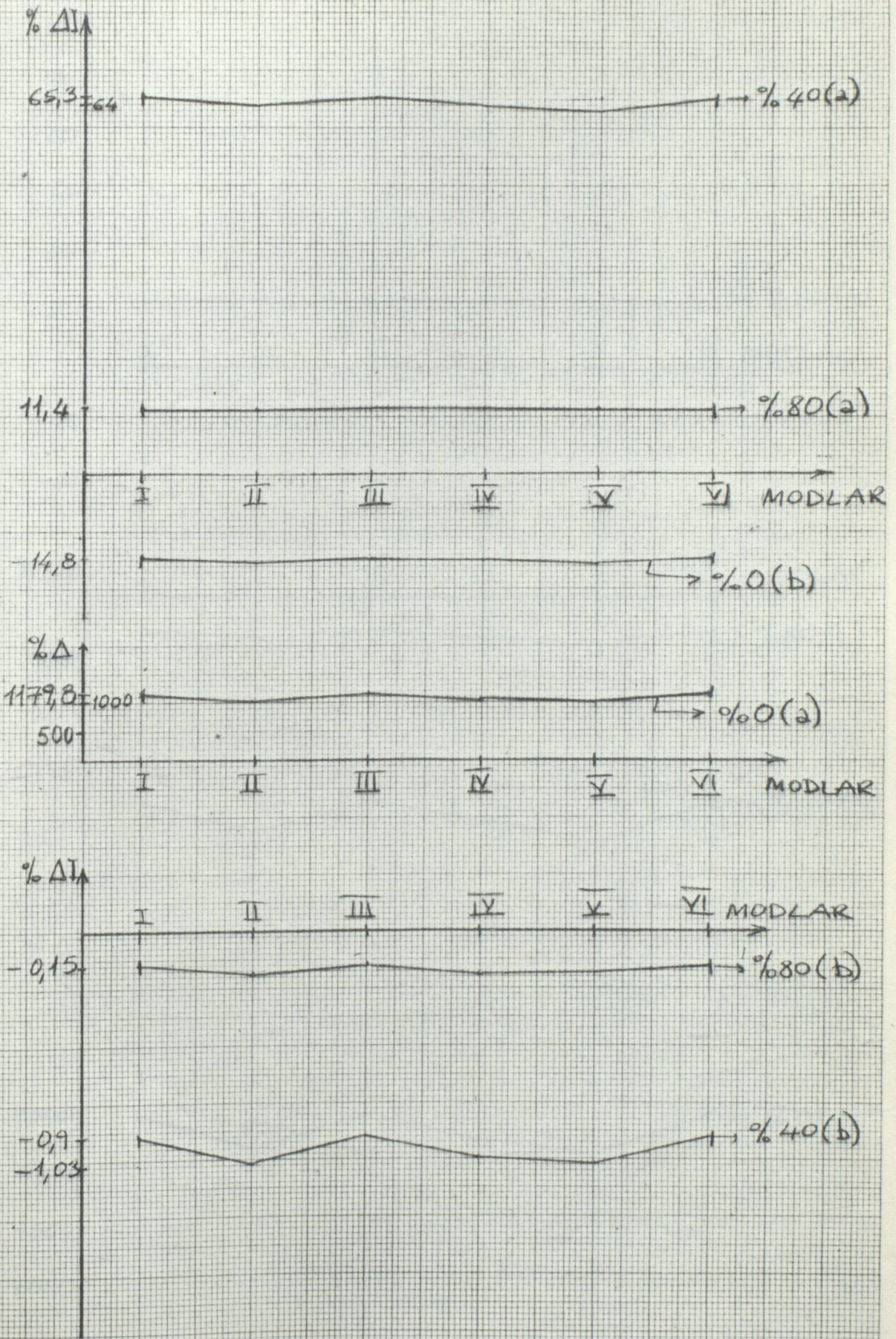
656,5

180,6

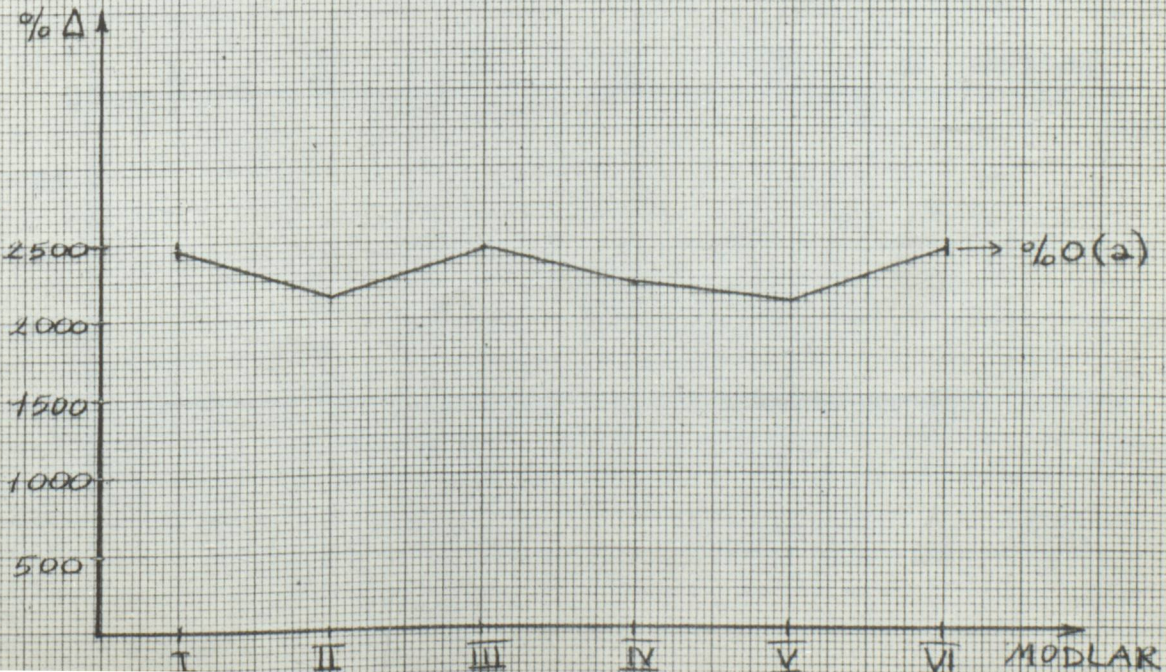
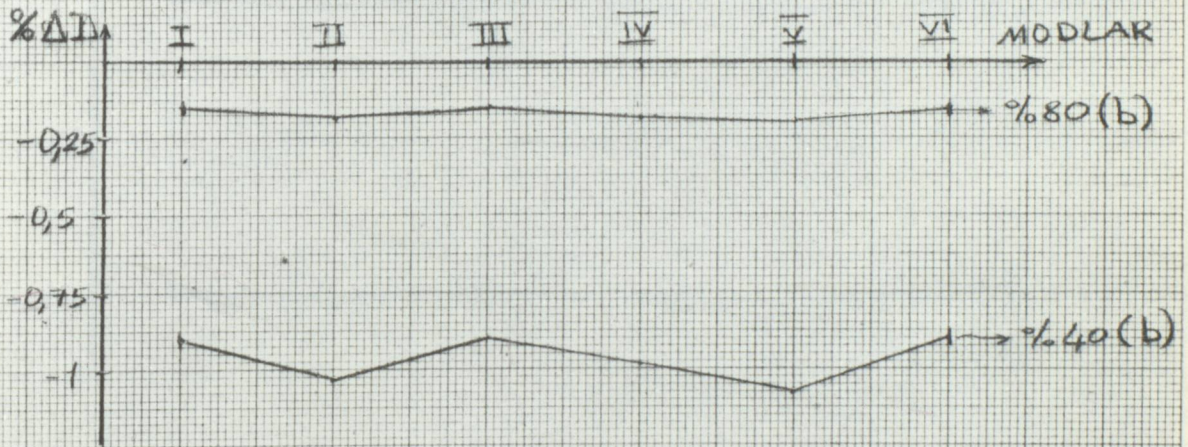
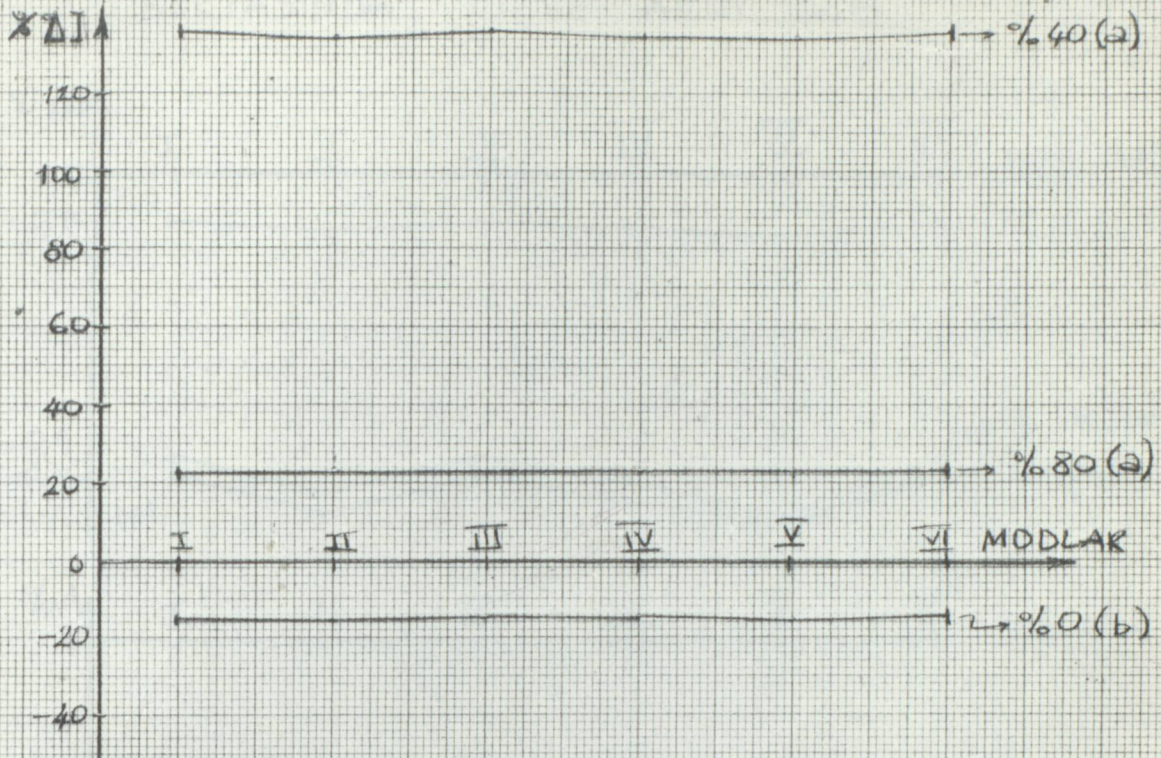
186,8



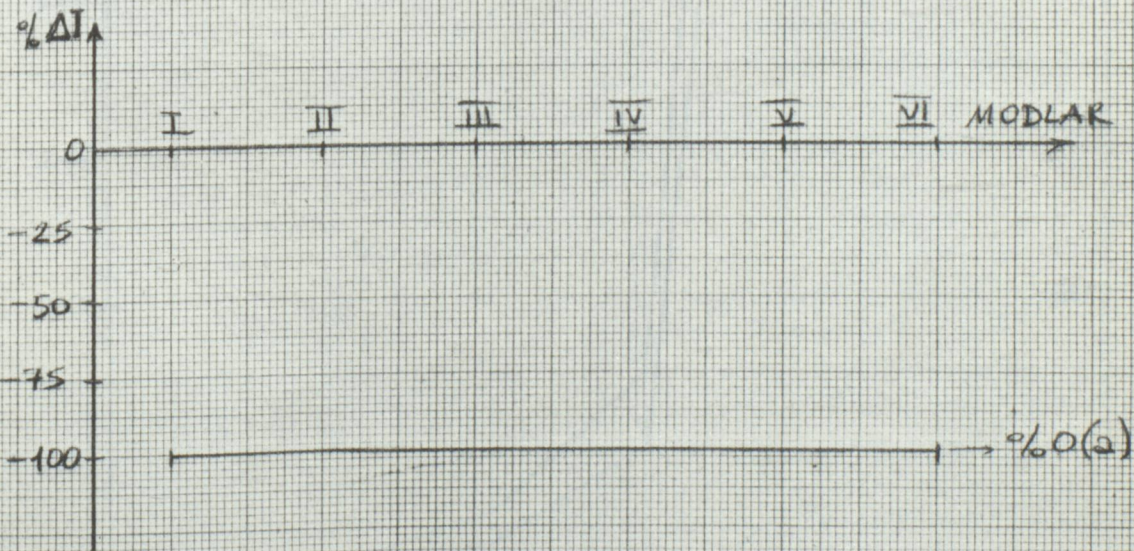
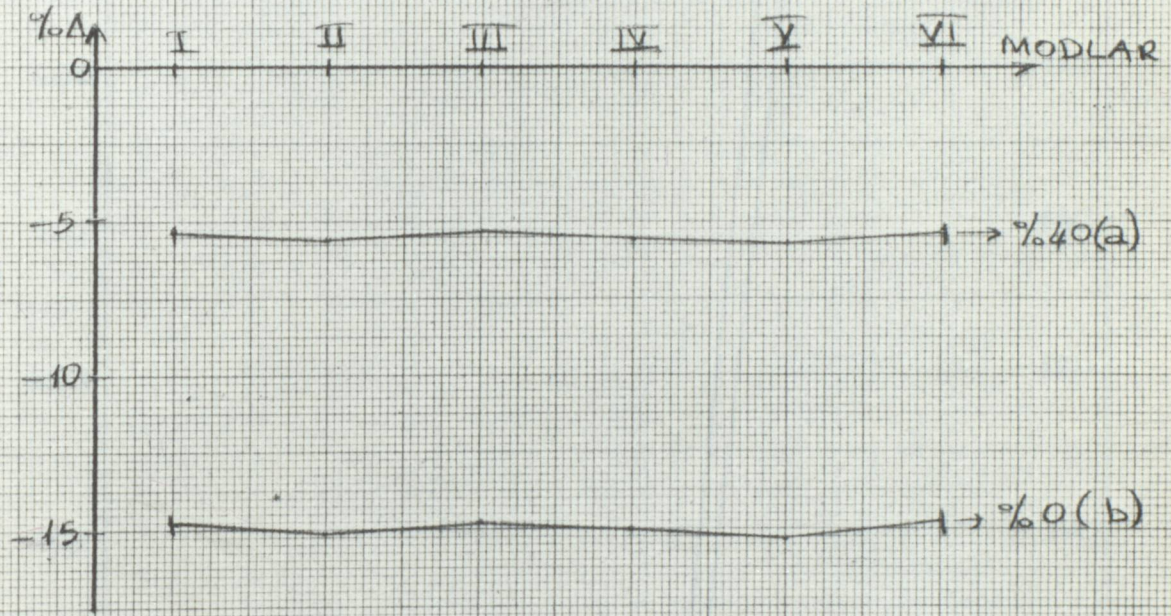
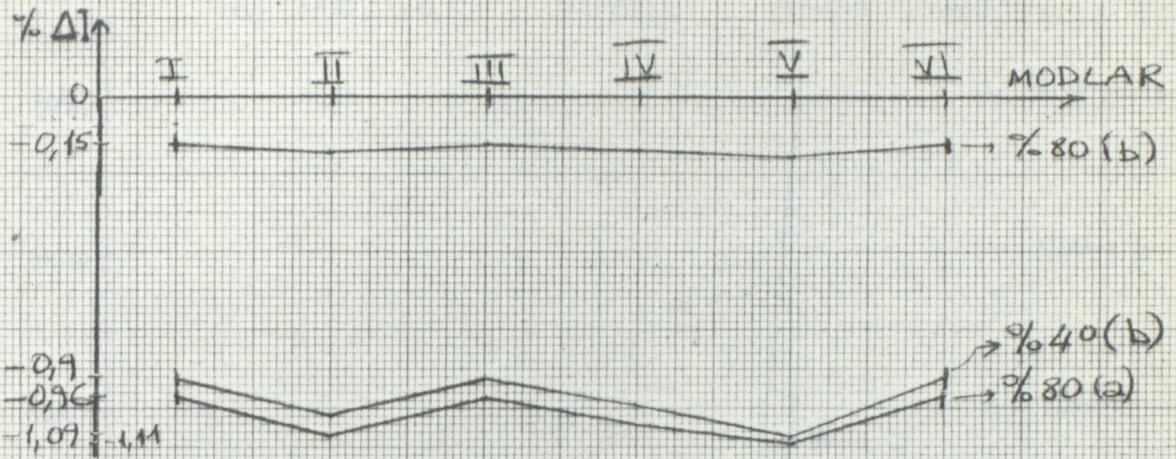
### J NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



### K NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.



L NOKTASINDA, YÜZDE AKIM DEĞ.

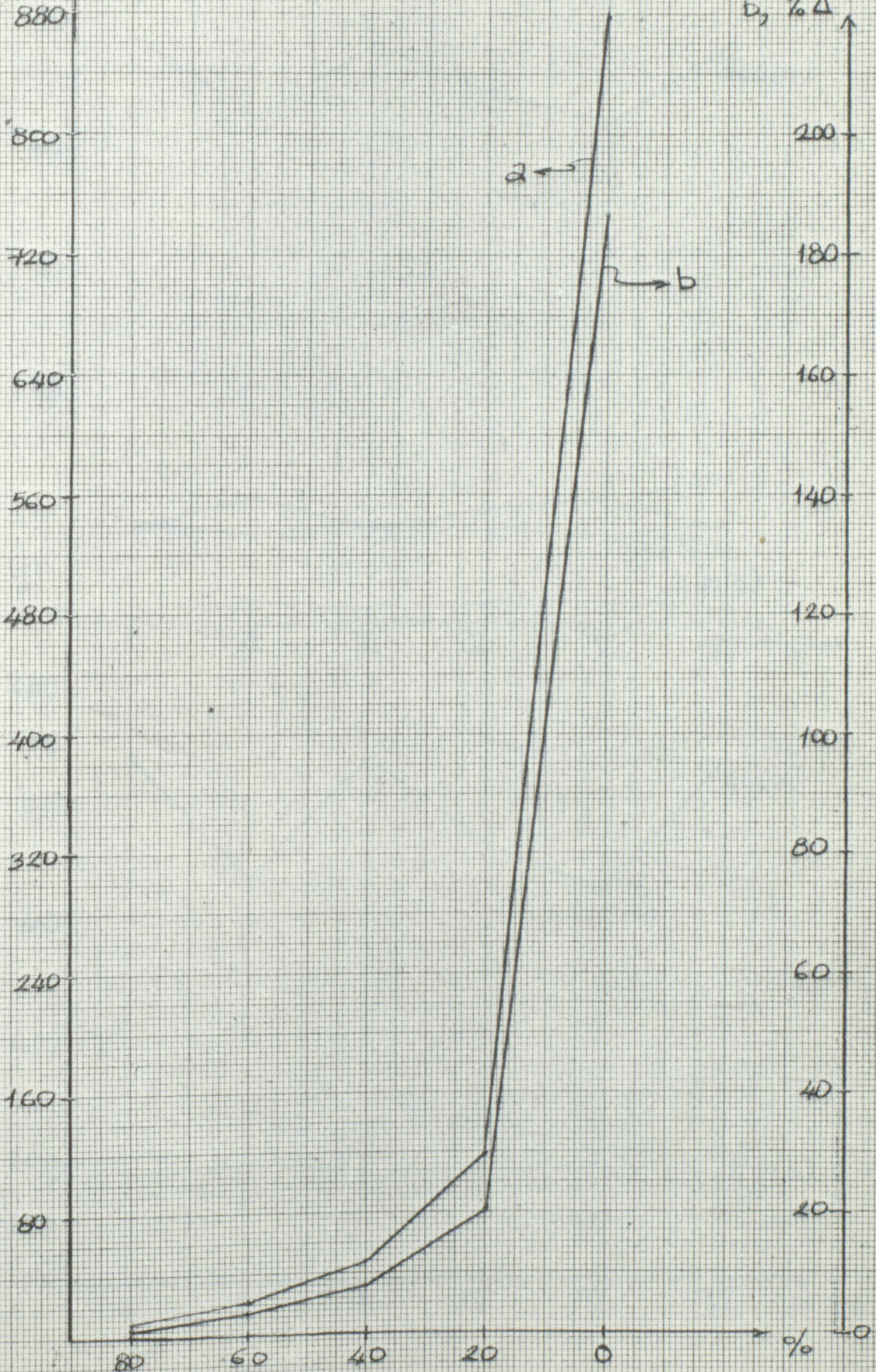


0, 00, P, PP, R, RR, S, SS, T, U, V ve Y NOKTALARININ

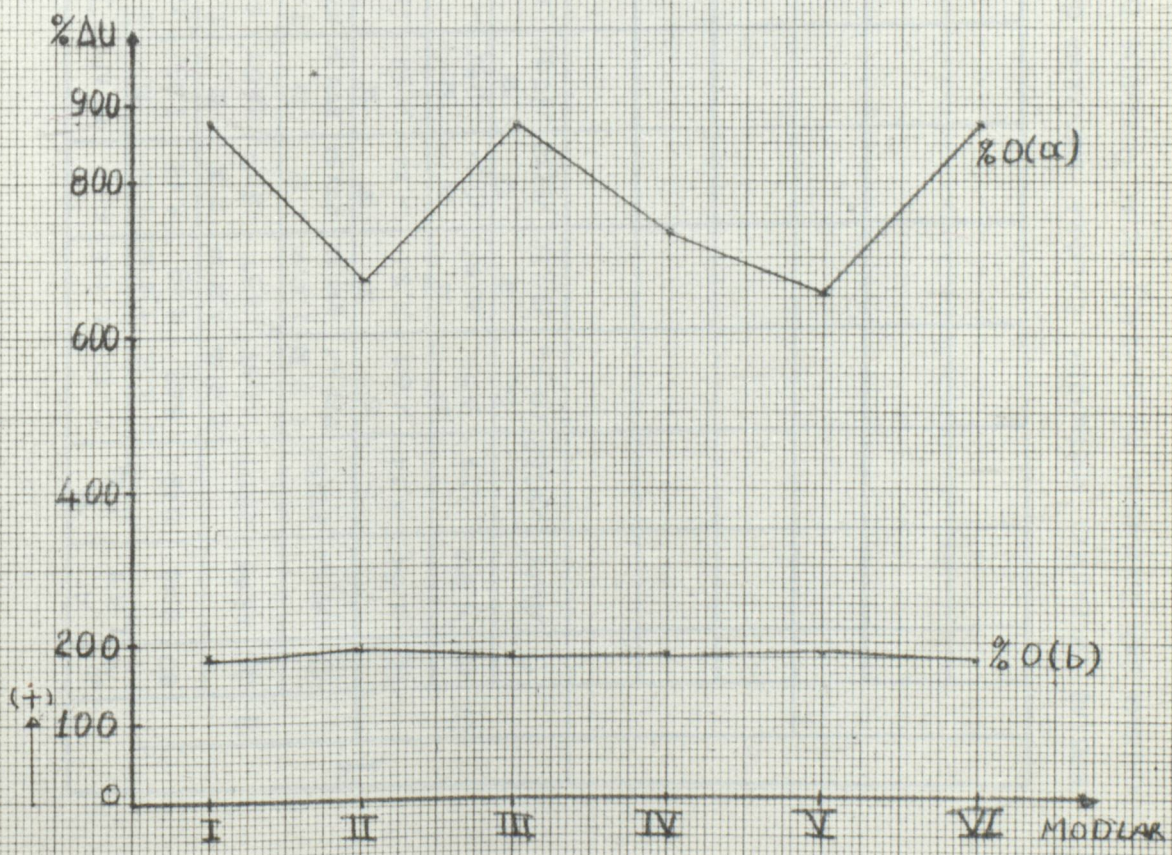
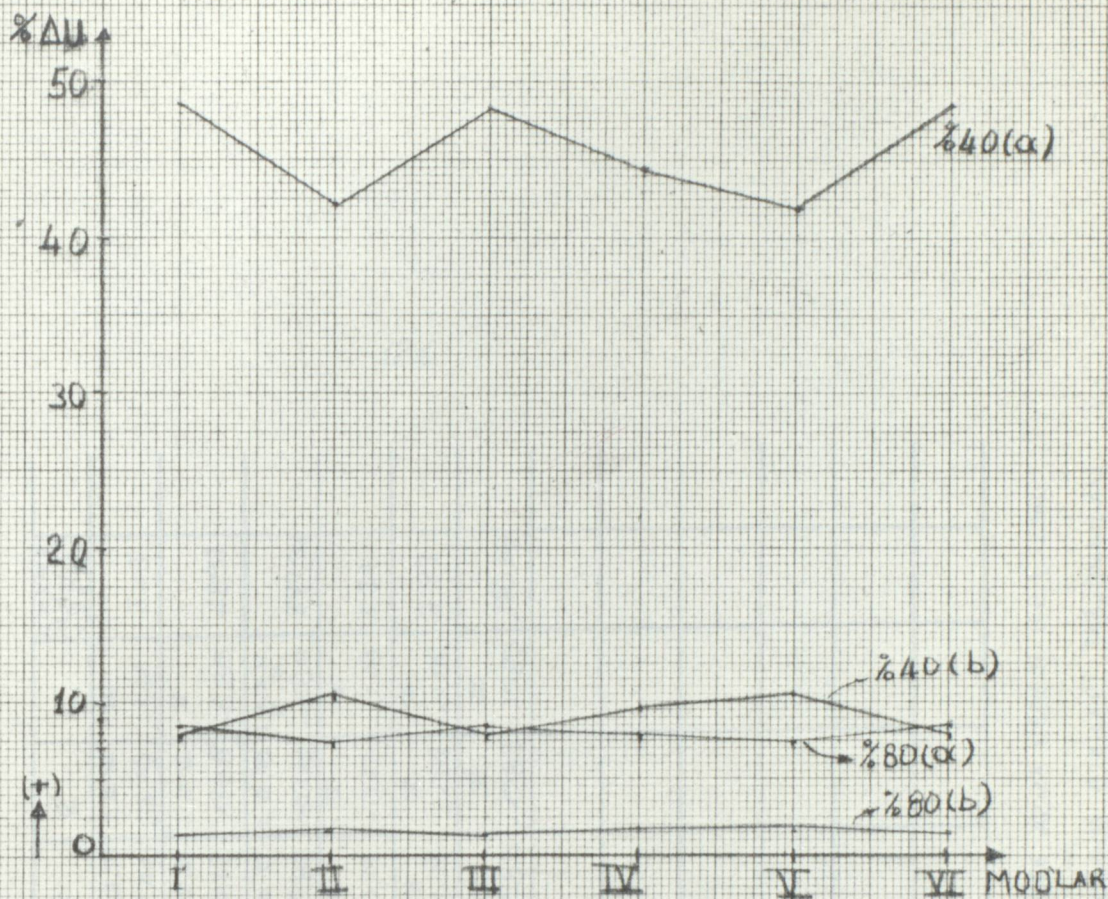
6. MODDAKI YÜZDE AKM DEĞ.

a, % AJA

b, % Δ



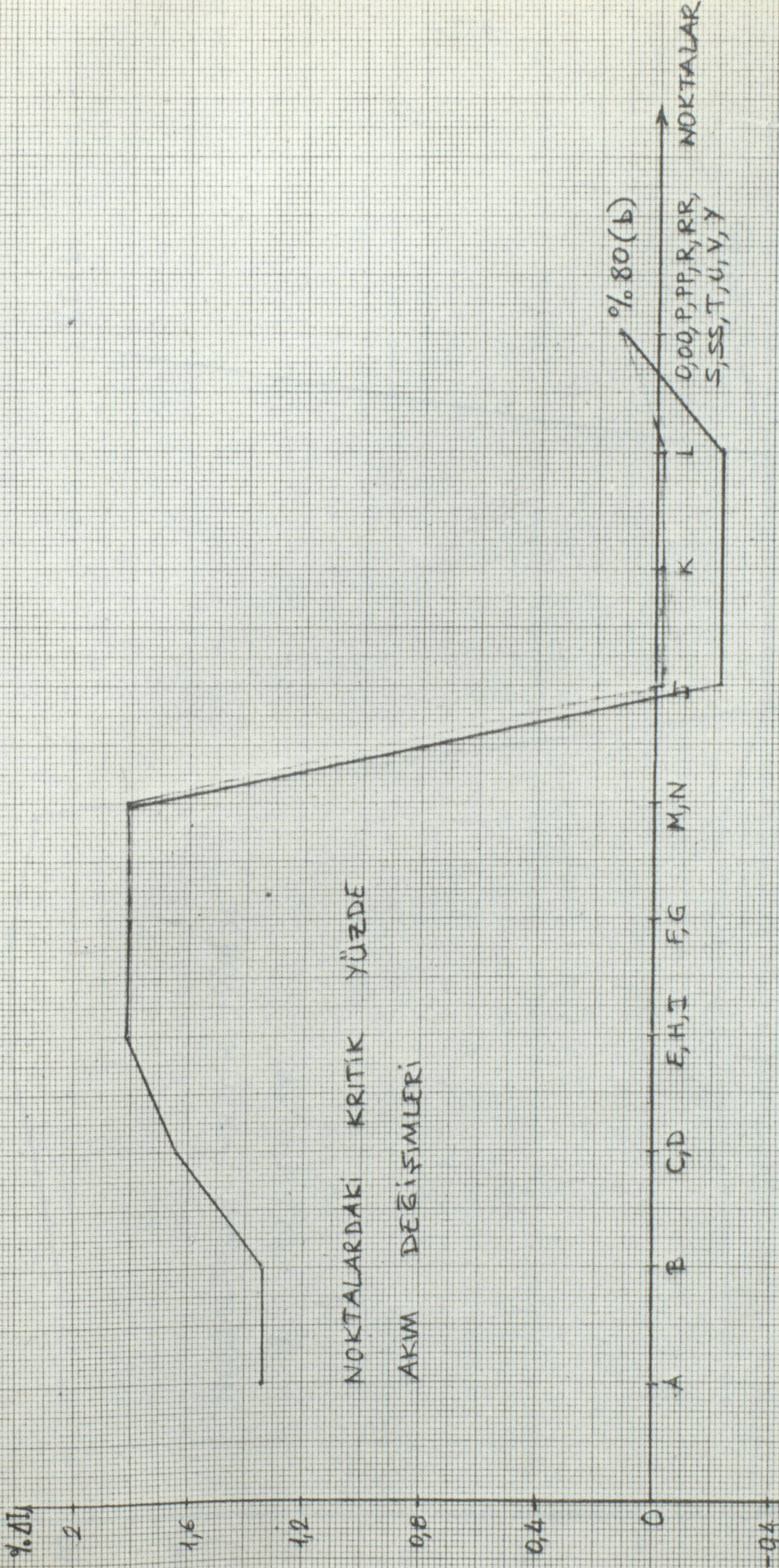
KONDANSATÖR GERİLİMLERİN, YÜZDE DEĞİŞİM DEĞ.





	%	A I, II, VI	B I, III	C, D I, II, VII	I, H, E I, III, VI	F, G I, III	M, N III	J I, III, VI	K I, III, VI	L V	0,00 P.P.P.R. R.R.S.S.T.U V.V.(VII)
a	80	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	8,48	11,41	23,79	-1,11	8,48
	40	48,57	48,57	48,57	48,57	48,57	48,57	65,32	136,18	-6,35	48,57
I	0	877,31	877,31	877,31	877,31	877,31	877,31	1179,82	2459,64	-100,0	877,31
	80	1,34	1,34	1,64	1,81	1,81	1,81	-0,19	-0,19	-0,19	1,34
bc	40	7,97	7,97	9,59	10,51	10,51	10,51	-1,08	-1,08	-1,08	7,97
	0	180,68	180,68	186,86	194,30	194,30	187,70	-15,83	-15,83	-15,83	180,68

MODLAR ÜZERİNDEKİ NOKTALARDA; GALIŞMA MODLARINA GÖRE ARIZA NEDENİ İLE (İLGİLİ GALIŞMA BAZI ÜZERİNDEN % OLARAK) AKIM ÜZERİNDE DEĞİŞİM ETKİLERİ TABLOSUNDAKİ EN FAZLA DEĞİŞİM GÖSTEREN MODLARA GÖRE DÜZENLENMİŞ TABLO;



%0 (b)

%40 (b)

NOKTALARDAKI, KRITİK YÜZDE  
AKIM DEĞİŞİMLERİ

NOKTALAR

0,00, P,PP,R,RR,  
S,SS,T,U,Y,Y

I

K

J

M,N

F,G

E,H,I

C,D

B

A

180

150

120

90

60

30

0

-15

250

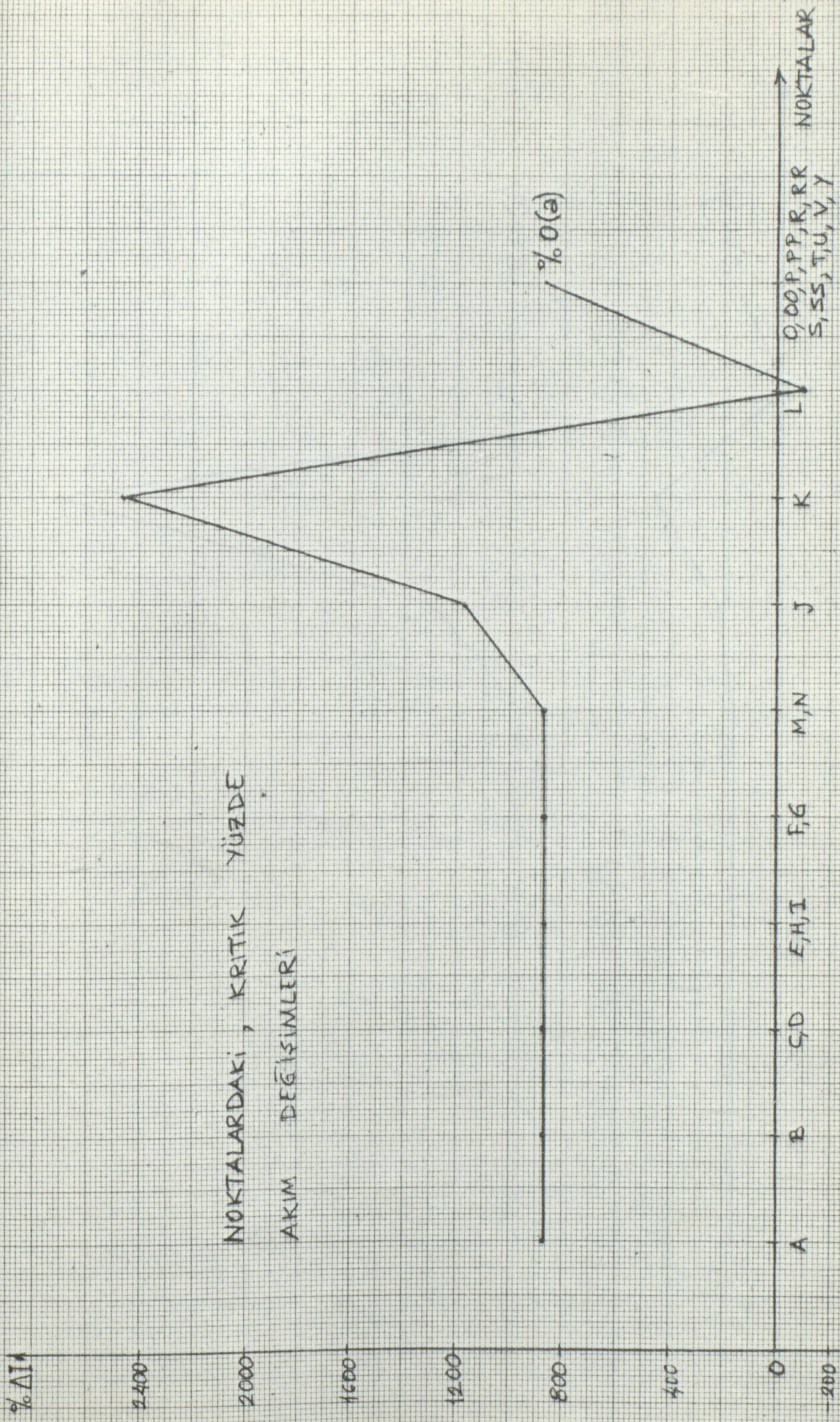
200

150

100

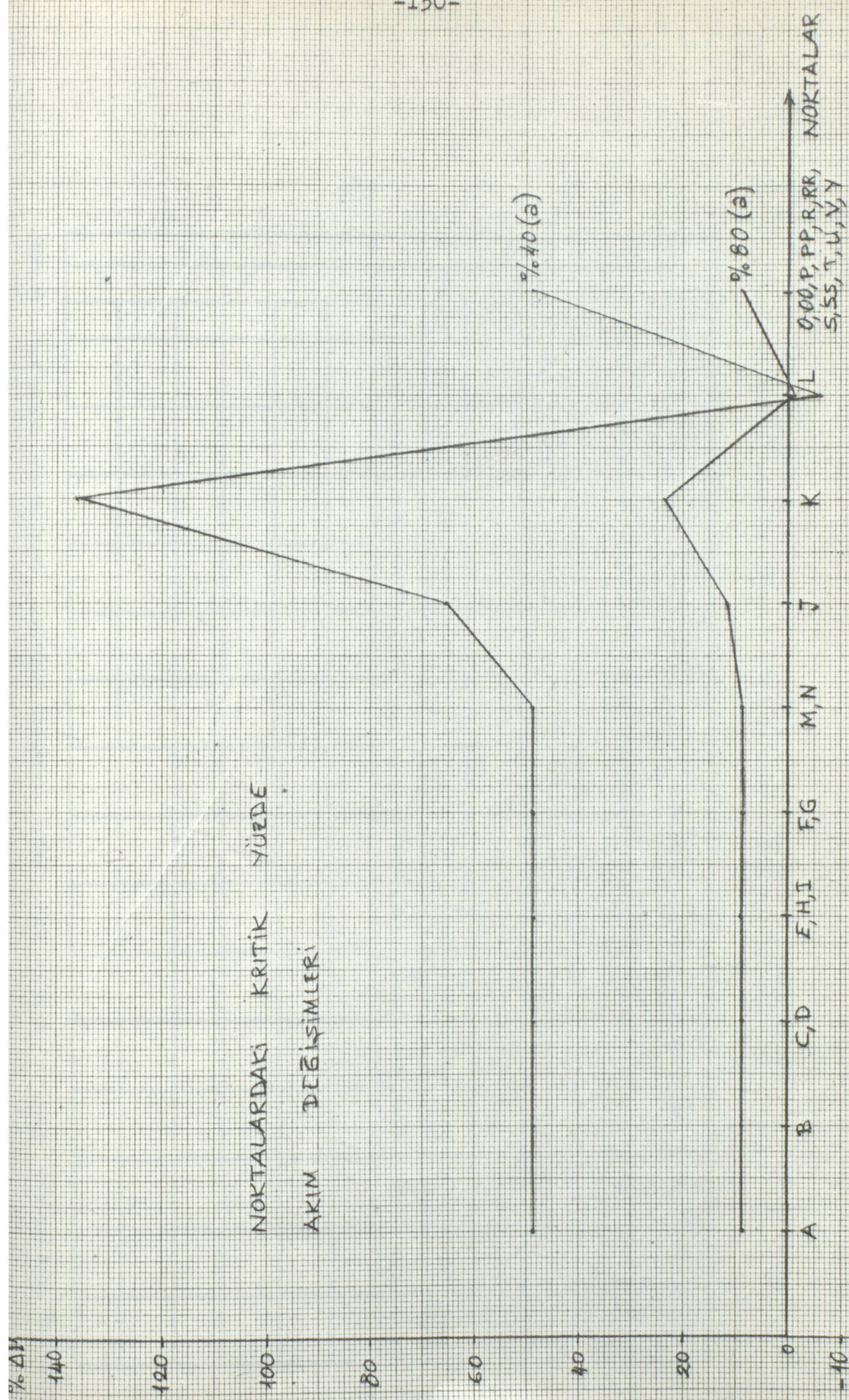
8

0

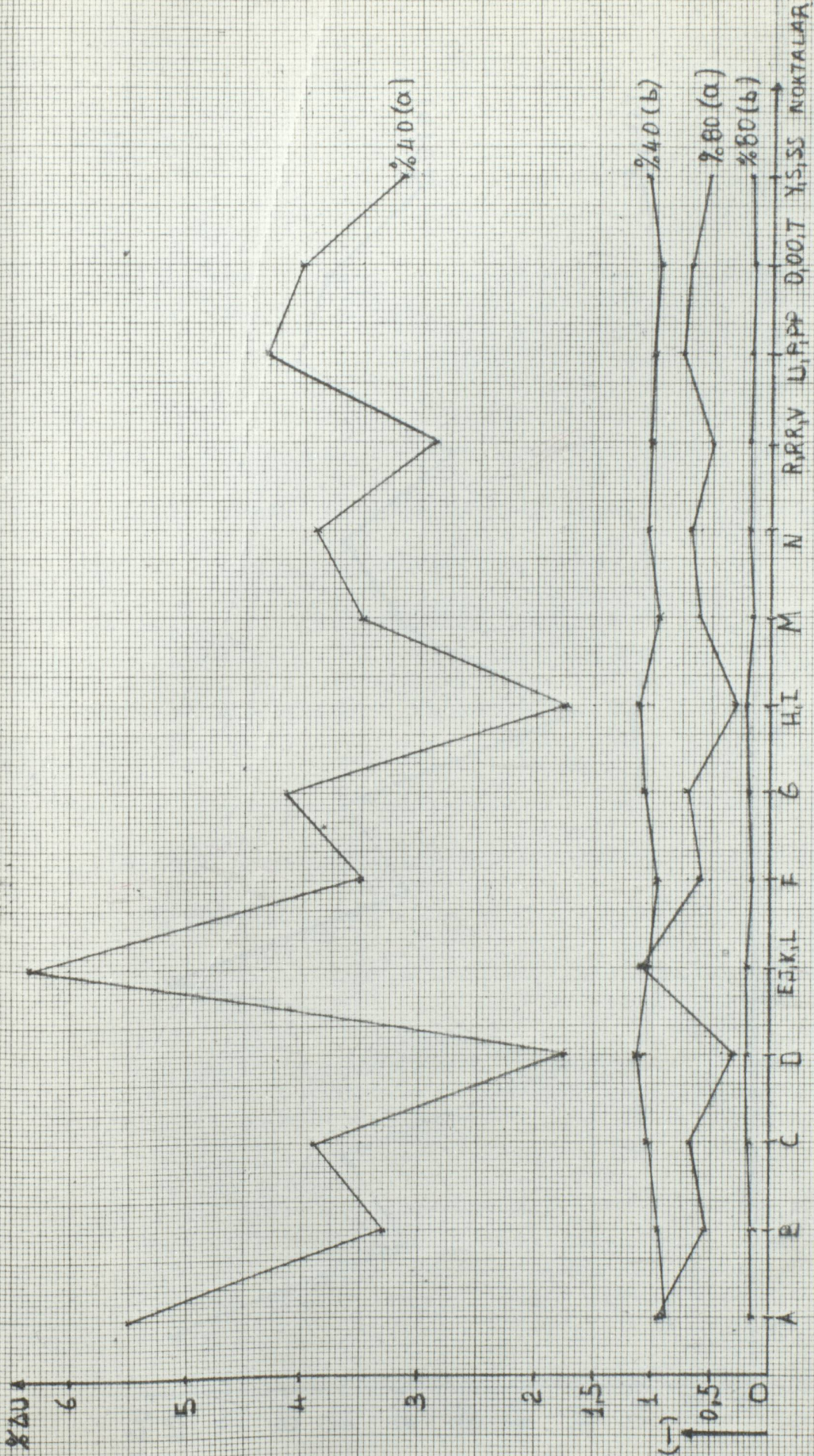


NOKTALARDAKİ, KRITİK YÜZDE AKIM DEĞİŞİMLERİ

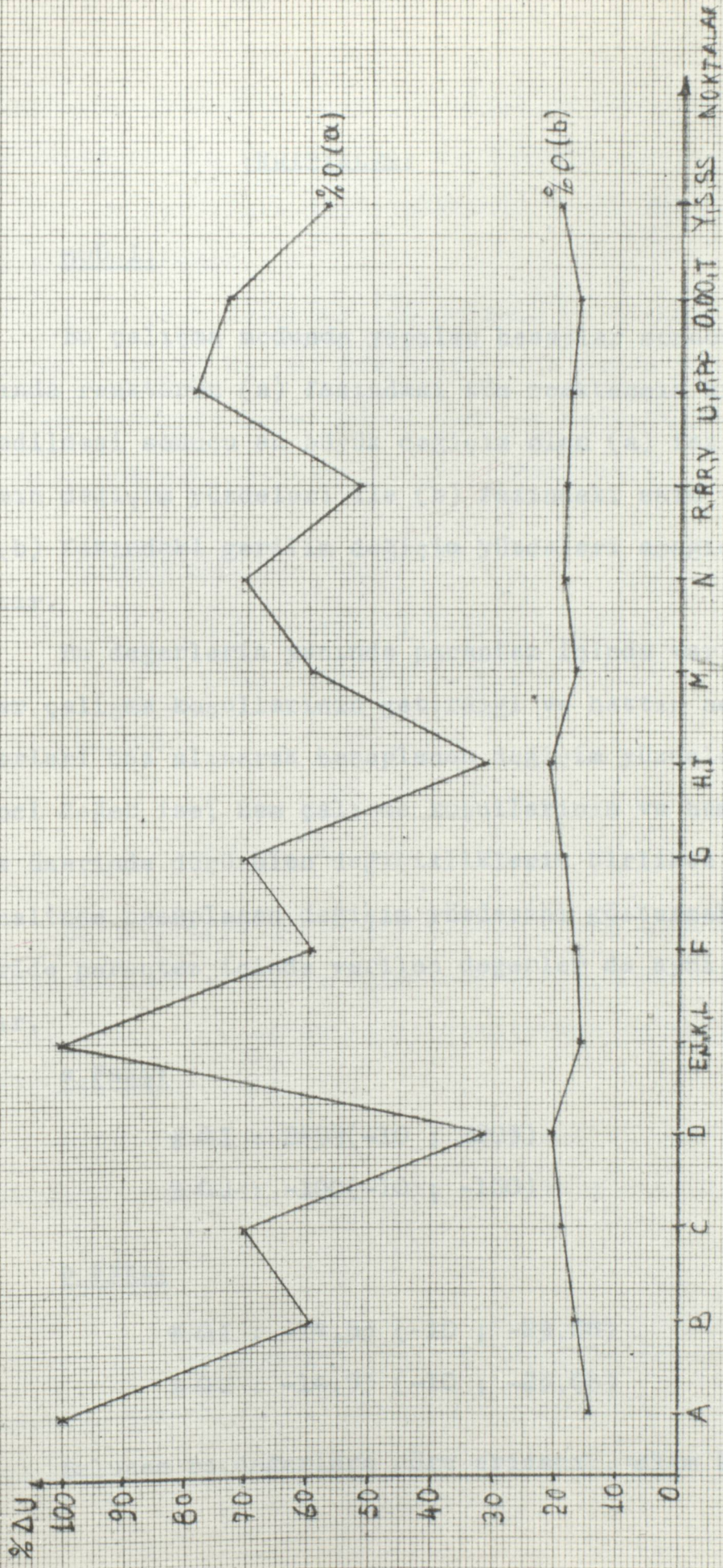
0,00,P,PP,R,RR  
S,SS,T,U,V,Y







ÇALIŞMA NOKTALARINDA KRİTİK YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMLERİ.



ÇALIŞMA NOKTALARINDA KRİTİK YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMLERİ

250 200 150 100 50 0 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100



:KRITIKLER:

MOD I:

Bu çalışma modunda yapılan hesaplar sonucu, K noktasında reaktörün (a) fazındaki tüm reaktansın kısa devre edilmesi sonucu en büyük değişim olan (a) fazındaki akımın değişim yüzdeleri ile (b) fazındaki akım ve (a) ve (b) fazındaki gerilim değişim yüzdeleri aşağıda verilmiştir.

Bu değerlerin yanında parantez içinde verilen ilk değer çalışma koşullarının getirdiği ve hattın nominal değerleri baz alınarak hesaplanan değişim yüzdeleridir. İkinci değer, ise; Hem çalışma koşullarının ve hemde reaktans üzerinde düşünülen değişikliklerin birlikte bulunması halinde hesaplanan değişim yüzdesini göstermektedir. İleride parantez içinde verilen değerler de aynı anlamdadır.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 2459(-10 ; 2203)$$

$$\% \Delta U : -100(-10 ; -100)$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : -14,53 (-10 ; -23,08)$$

$$\% \Delta U : -14,53 (-10 ; -23,08)$$

Bulunan bu değerlere göre arızanın, akım üzerinde

etkisinin % 2500 civarında (25 katı) ve gerilimde ise kısa devre sonucu (a) fazında % -100'dür. Arızasız fazda ise akım ve gerilimin değişimlerinin % -15 civarında olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki değerler ise arızalı ve arızalı olmayan fazlarda, reaktörün (a) fazındaki kısa devre sonucu hat üzerinde kapasite uçlarındaki gerilim değişim yüzdeleri ile akım değişim yüzdelerini göstermektedir.

a Fazı :

$$\% \Delta I : 877,31 (-93,6 ; -37,9)$$

$$\% \Delta U : 877,31 (-93,6 ; -37,17)$$

b Fazı :

$$\% \Delta I : 180,68 (-93,6 ; -82,1)$$

$$\% \Delta U : 180,68 (-93,6 ; -82,1)$$

Bu değerlere göre reaktördeki arıza sonucu hat üzerindeki seri kapasite uçlarında gerilim ve akımda arızalı fazında % 900 ve arızasız fazlarında yaklaşık % 200 değişiklik olmaktadır.

Kritikler sonunda; Mod III ve Mod VI çalışma durumlarında aynı Mod I'deki etkilenmelerin olduğu görüldü.

MOD II:

Bu çalışma modunda yapılan hesaplar sonucu K noktasındaki, reaktörün (a) fazında tüm reaktansın kısa devre edilmesi sonucu en büyük değişiklik olan (a) fazındaki

akımın değişim yüzdeleri ve (a) ve (b) fazın gerilim değişim yüzdeleri aşağıda verilmiştir:

a Fazı:

$$\% \Delta I : 2147 (-11,48 ; 1889 )$$

$$\% \Delta U : -100 (-11,48 ; -100 )$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : -15,20 (-11,48 ; -24,93)$$

$$\% \Delta U : -15,20 (-11,48 ; -24,93)$$

Bulunan bu değerlerle arızanın akım üzerinde azami etkisinin arızalı fazda % 2200 (22 katı), diğerlerinde ise % -15 civarında olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki değerler ise arızalı ve arızalı olmayan fazlarda, reaktördeki arıza sonuhat üzerindeki kapasite uçlarında gerilim ve akım değişim yüzdelerini göstermektedir.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 674,3 (-89,7 ; -20,2 )$$

$$\% \Delta U : 674,3 (-89,7 ; -20,2 )$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : 194,3 (-89,7 ; -69,6 )$$

$$\% \Delta U : 194,3 (-89,7 ; -69,6 )$$

Bu değerlerden arızalı fazda % 700 ; diğerlerinde ise % 200 olduğu görülmektedir.

MOD : IV:

Bu çalışma modunda yapılan hesaplar sonucu K noktasında, reaktörün (a) fazında tüm reaktansın kısa devre edilmesi sonucu en büyük değişim olan (a) fazındaki akımın değişim yüzdeleri ile (b) fazındaki akım değişim yüzdeleri ve (a) ve (b) fazının gerilim değişim yüzdeleri aşağıda verilmiştir.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 2238 (-11 ; 1981,5)$$

$$\% \Delta U : -100 (-11 ; -100 )$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : -15,01 (-11 ; -24,36)$$

$$\% \Delta U : -15,01 (-11 ; -24,36)$$

Bulunan bu değerlerle arızanın akım üzerinde azami etkisinin arızalı fazda % 2250, diğerlerinde ise azami % -15 civarında olduğu, gerilimde ise arızalı fazda % -100, arızasız fazlarda ise % -15 civarında olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki değerler ise, reaktörün (a) fazındaki kısa devre sonucu, hat üzerinde kapasite uçlarındaki arızalı ve arızalı olmayan fazlarda gerilim değişim yüzdeleri ile akım değişim yüzdelerini göstermektedir.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 735,92 (-94,46 ; -53,69)$$

$$\% \Delta U : 735,92 (-94,46 ; -53,69)$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : 186,8 (-94,4 ; -84,1)$$

$$\% \Delta U : 186,8 (-94,4 ; -84,1)$$

Bu değerlere göre reaktördeki arıza sonucu hat üzerindeki seri kapasite uçlarında gerilim ve akımda arızalı fazda % 750 arızasız fazlarda yaklaşık % 200 değişim olmaktadır.

MOD V:

Bu çalışma modunda yapılan hesaplar sonucu K noktasında, reaktörün (a) fazında tüm reaktansın kısa devre edilmesi sonucu en büyük değişim olan (a) fazındaki akımın değişim yüzdeleri ile (b) fazındaki akım değişim yüzdeleri ve (a) ve (b) fazlarındaki gerilim değişim yüzdeleri aşağıda verilmiştir.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 2108,4 (-11,77 : 1848,47)$$

$$\% \Delta U : -100 (-11,77 : -100)$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : -15,83 (-11,77 ; -25,74)$$

$$\% \Delta U : -15,83 (-11,77 ; -25,74)$$

Bulunan bu değerlere göre arızanın, akım üzerinde etkisinin % 2110 civarında gerilimde ise kısa devre sonu-

cu %-100 olduğu ; arızasız fazlarda ise akım ve gerilimin değişimlerinin % -16 civarında olduğu görülmektedir.

Aşağıdaki değerler ise, reaktörün (a) fazındaki kısa devre sonucu, hat üzerinde kapasite uçlarındaki, arızalı ve arızalı olmayan fazlarda gerilim değişim yüzdeleri ile akım değişim yüzdelerini göstermektedir.

a Fazı:

$$\% \Delta I : 656,55 (95,08 ; 62,8)$$

$$\% \Delta U : 656,55 (95,08 ; -62,74)$$

b Fazı:

$$\% \Delta I : 187,70 (-95,08 ; -85,8)$$

$$\% \Delta U : 187,70 (-95,08 ; -85,8)$$

Bu değerlere göre reaktördeki arıza sonucu hat üzerindeki seri kapasitede uçlarında gerilim ve akımda arızalı fazda % 660 ve arızasız fazlarda %190 değişim olmaktadır.

:SON KRITİK:

Hat üzerindeki noktalarda bütün çalışma modları içinde en etkili olan durumlar göz önüne alındığında , arızalı reaktörün (a)fazında muhtelif arıza kademeleri için (a) ve diğer fazlardaki akım değişim yüzdeleri ile gerilim değişim yüzdeleri ve hat üzerinde bulunan kapasitedeki akım ve uçlarındaki gerilim değişim yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Akım değişim yüzdeleri:

Nokta	(a) fazı	b,c fazı
	MOD I, MOD III, MOD VI	
K :	2459,6 (-10 ; 2203 )	-14,5 (-10 ; -23 )
Vc :	877,3 (-93,6 ; -37,9)	180,6 ( -93,6 ; -82,1)
	MOD II	
K :	2147,1 ( -11,4 ; 1889)	-15,2 ( -11,4 ; -24,9 )
Vc :	674,3 ( -89,7 ; -20,2)	194,3 (-89,7 ; -69,6 )
	MOD IV	
K :	2238 ( -11 ; 1981,5 )	-15,01(-11 ; -24,3 )
Vc :	735,9( -94,4 ; -53,6 )	186,8(-94,4 ; -84,1 )
	MOD V	
K :	2108 ( -11,7 ; 1848 )	-15,8( -11,7 ; -25,7 )
Vc :	656,5( -95,08 ; -62,8 )	187,7( -95 ; 85,8 )

Gerilim değişim yüzdeleri

Nokta	(a) fazı	b,c fazı
	MOD I, MOD III, MODVI	
K :	-100 ( -10 ; -100 )	-14,5 ( -10 ; -23 )
Vc :	877,3 ( -93,6 ; -37,8)	180,6 ( -93,6 ; -82,1)
	MOD II	
K :	-100 ( -11,4 ; -100 )	-15,2 ( -11,4 ; -24,9)
Vc :	674,3 ( -89,7 ; -20,2)	194,3 ( -89,7 ; -69,6)
	MOD IV	
K :	-100 ( -11 ; -100 )	-15,01 ( -11 ; -24,3)
Vc :	735,9 ( -94,4 ; -53,5)	186,8 ( -94,4 ; -84,07)
	MOD V	
K :	-100 ( -17 ; -100 )	-15,8 ( -11,7 ; -25,7)
Vc :	656,5 ( -95 ; -62,7)	187,7 ( -95 ; -85,8)

Bulunan bu değerlere göre Reaktörde kısa devre sonucu, gerilimde azami %-100 e varan bir değişim ve akımlarda ise azami %2500 değişim olmaktadır. Bu arızaların kapasiteye yansıyan etkisi olarak kapasite uçlarında sadece arızanın getirdiği ve çalışma bazında olan %900 bir değişim olmaktadır.

Ancak nominal bazlara göre çalışma ve arızanın müşteri etkisiyle olabilecek değişimler kapasite uçlarındaki gerilimlerin nominal değerinin altında kaldığını göstererek tehlikeli bir durumun bulunmadığını belirtmektedir.

Bu sonuçlara göre arızanın getireceği ve nominalin çok üstlerine çıkan değerler sebebiyle özellikle reaktörlerin korunmasında kesin bir şekilde etkili olan tedbirler alınması zorunlu olduğu görülmektedir.



KAYNAKLAR

- 1- H.Nusret Yükseler;"SİMETRİLİ BİLEŞENLERİN OLÇÜLMESİ"ETM-  
Nisan 1957
- 2- Vahid Tadjkorimi, H.N. Yükseler:INVESTIGATION OF SERIES  
COMPENSATION EFFECTS DURING FAULT CONDITIONS IN LONG  
TRANSMISSION LINES+; Master thesis, Jan. 24,1984, Boğaziçi Üniv.
- 3- Westinghouse (Ed):'ELECTRICALTRANSMISSION AND DISTRIBUTION  
REFERENCE BOOK', Westinghouse Elektrik Corporation,  
Pennsylvania, USA,1964
- 4- TEK iletim Şebeke İşletmeleri Dairesi Başkanlığı,"TÜRKİYE  
ULUSAL ELEKTRİK AĞINDAKİ HAVAI HATLARIN, TRAFOLARIN VE  
JENARATORLERİN ELEKTRİKİ KAREKTERİSTİKLERİ"
- 5- Elektrik Mühendisleri Odası "ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ EL Kİ-  
TABİ"Elek. Müh. Odası Yayınları, 1983
- 6- The ElectricityCouncil,"POWERSYSTEM PROTECTION HANDBOOK",  
Vol. I-2, Mac Donald and Jame's Co.,1975
- 7- William D. Stevenson,Jr:"ELEMENTS OF POWER SYSTEM ANALYSIS"  
Third Edition,Mc Graw-Hill
- 8- A.E.Guile, W. Peterson: " ELECTRICAL POWER SYSTEMS"  
Vol. I-2, 2nd Edition, Pergamon Press,1977

OZGEÇMİŞ:

30 Ekim 1959 tarihinde Aydın ilinin Merkez Kalfa köyünde doğdum. Çifçi bir ailenin iki oğlundan birisiyim. Ayrıca bir kız kardeşim var.

İlkokulu AydınKalfaköyİlkokulunda okudum. Ortaokul öğrenimimi Aydın merkez ilçede Gazi Osman Paşa Ortaokulunda bitirdim. Lise öğrenimimi Aydın Endüstri Meslek Lisesi Elektrik Bölümünde okudum.

1978 yılında İ.D.M.M.A. Işık Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümünde öğrenimime devam ederek 1982 yılında mezun oldum.

1982 yılında Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Bölümünde eğitime başladım ve şu anda devam etmekteyim.

Atilla Tekin

Elk. Müh.

MOD. I	%	K	L	J	A	E	B	F	C	G	Vc	D	H	I	
I	100	136.73   89.8	136.73   89.8	273.46   89.8	66.64   88.43	→	→	→	→	→	133.28   88.4	66.64   88.43	→	133.28   88.4	
	80	169.26   89.78	135.41   89.78	304.67   89.7	72.29   88.36	→	→	→	→	→	149.59   88.3	72.29   88.36	→	144.59   88.3	
	40	322.93   89.62	129.17   89.62	452.10   89.62	99.01   88.01	→	→	→	→	→	198.02   88.01	99.01   88.01	→	198.02   88.01	
	0	3499   86.37	0.00   0.00	3499   86.37	651.09   84.55	→	→	→	→	→	1302.5   84.5	651.09   84.55	→	1302.5   84.5	
	100	136.73   150.2	→	273.46   150.18	66.64   151.57	→	→	→	→	→	133.28   151.5	66.64   151.57	→	133.28   151.5	
	80	136.51   150.12	→	273.02   150.12	67.53   150.79	→	→	→	→	→	135.07   150.8	67.53   150.79	→	135.07   150.8	
	40	135.49   149.79	→	270.99   149.79	71.95   147.39	→	→	→	→	→	143.9   147.4	71.95   147.39	→	143.9   147.4	
	0	116.85   141.18	→	233.71   141.18	187.05   123.05	→	→	→	→	→	374.1   123.05	187.05   123.05	→	374.1   123.05	
	V	100	197.98   0.19	→	→	→	→	203.69   0.05	→	201.35   0.03	→	2.33   181.57	207.08   0.1	→	→
		80	196.07   0.22	→	→	→	→	202.51   0.06	→	199.97   0.04	→	2.53   181.64	206.44   0.1	→	→
40		187.04   0.38	→	→	→	→	196.94   0.12	→	193.46   0.09	→	3.47   181.92	203.43   0.14	→	→	
0		0.00   0.00	→	→	→	→	81.73   1.57	→	59.117   4.28	→	22.85   185.45	141.58   2.69	→	→	
100		197.98   240.19	→	→	→	→	203.69   240.05	→	201.35   240.03	→	2.33   61.57	207.08   239.9	→	→	
80		197.67   240.12	→	→	→	→	203.35   240.02	→	200.98   240.01	→	2.36   60.79	206.67   239.98	→	→	
40		196.2   239.8	→	→	→	→	201.73   239.89	→	199.21   239.93	→	2.52   57.39	204.61   239.96	→	→	
0		169.21   231.18	→	→	→	→	166.43   236.02	→	163.41   236.9	→	6.56   33.05	164.84   242.05	→	→	

MOD II	%	K	L	J	E	F	G	Vc	H	I
I	100	134,48   89,75	134,48   89,75	268,97   89,75	155,11   87,35					
	80	166,26   89,71	153,00   89,71	299,26   89,71	156,17   87,27					
	40	315,2   86,54	126,08   89,65	441,18   89,54	155,73   87,02					
	0	302,2   86,39	0,00   89,00	302,2   86,39	155,22   86,66					
I	100	134,48   150,25		268,97   150,25	155,11   152,67					
	80	134,24   150,19		268,48   150,19	155,03   151,89					
	40	133,09   149,87		266,18   149,87	153,51   148,59					
	0	144,04   142,51		228,08   142,51	319,28   129,32					
V	100	134,73   192,5				204,0   0,08	200,21   0,03	379   182,67	209,52   0,13	
	80	192,59   0,29				202,53   0,09	198,76   0,04	4,07   184,73	209,03   0,14	
	40	182,56   0,46				197,34   0,16	191,92   0,08	5,59   182,87	206,75   0,18	
	0	0,00   0,00				96,93   0,69	67,87   3,71	29,38   186,30	165,55   1,91	
V	100	134,73   240,25				204,0   240,08	200,21   240,03	379   62,67	209,52   233,84	
	80	134,37   240,19				203,7   240,04	199,84   240,01	386   61,89	209,19   239,88	
	40	192,71   239,87				202,25   239,85	198,06   239,32	4,19   58,59	207,62   239,95	
	0	165,13   232,5				177,04   236,24	166,98   237,32	11,16   39,32	178,92   240,80	

MOD. III	%	K	L	J	A	€	B.F	B.C	Vc	D	H	I	M	N
I	100	136.73 / -89.81	136.73 / -89.81	273.46 / -89.81	66.64 / -88.43				133.28 / -88.43	66.64 / -88.43		133.28 / -88.43	66.64 / -88.43	
	80	169.26 / -89.78	135.41 / -89.78	304.67 / -89.7	72.29 / -88.36				144.59 / -88.36	72.29 / -88.36		144.59 / -88.36	72.29 / -88.36	
	40	322.93 / -89.62	129.17 / -89.62	452.1 / -89.62	99.01 / -88.08				198.02 / -88.08	99.01 / -88.08		198.02 / -88.08	99.01 / -88.08	
	0	3499.8 / -86.37	0.00 / -0.00	3489 / -86.37	65.129 / -84.55				1302 / -84.55	65.129 / -84.55		1302 / -84.55	65.129 / -84.55	
b,c	100	136.73 / 150.19		273.46 / 150.19	66.64 / 151.57				133.28 / 151.57	66.64 / 151.57		133.28 / 151.57	66.64 / 151.57	
	80	136.51 / 150.11		273.02 / 150.11	67.53 / 150.79				135.04 / 150.79	67.53 / 150.79		135.07 / 150.79	67.53 / 150.79	
	40	135.49 / 149.79		270.99 / 149.79	71.95 / 147.39				143.9 / 147.39	71.93 / 147.39		143.9 / 147.39	71.93 / 147.39	
	0	116.85 / 141.18		233.71 / 141.18	187.05 / 123.05				374.1 / 123.05	187.05 / 123.05		374.1 / 123.05	187.05 / 123.05	
a	100	197.98 / 0.19							2.33 / 181.57	207.08 / -0.16			203.69 / 0.05	201.35 / 0.05
	80	196.07 / 0.22							2.33 / 181.64	206.44 / 0.00			202.51 / 0.06	199.97 / 0.04
	40	187.04 / 0.28							3.47 / 181.92	203.43 / -0.14			196.94 / 0.12	193.46 / 0.09
	0	0.00 / 0.00							22.85 / 185.45	141.58 / -2.68			81.73 / -1.57	59.11 / -4.28
b,c	100	197.98 / 240.15							2.33 / 61.57	207.08 / 239.9			203.69 / 240.05	201.35 / 240.03
	80	197.67 / 240.12							2.36 / 60.79	206.67 / 239.93			203.35 / 240.02	200.98 / 240.01
	40	196.2 / 239.79							2.52 / 57.39	204.75 / 240.03			201.73 / 239.89	198.21 / 239.98
	0	193.66 / 239.19							6.56 / 33.06	164.84 / 247.05			169.43 / 236.02	163.41 / 236.91

MOD IV	%	K	L	J	E	F	M	N	C	G	Vc	D	H	I
a	100	135.21 / 89.78	135.21 / 89.78	270.43 / 89.78	116.33 / 87.89	—	—	—	58.16 / 87.89	—	116.33 / 87.89	58.16 / 87.89	—	116.33 / 87.89
	80	167.25 / 89.75	133.78 / 89.75	301.02 / 83.75	125.38 / 87.89	—	—	—	62.69 / 87.83	—	125.38 / 87.83	62.69 / 87.83	—	125.38 / 87.83
	40	317.69 / 89.58	127.08 / 89.58	444.77 / 89.58	167.94 / 87.58	—	—	—	83.97 / 87.74	—	167.94 / 87.58	83.97 / 87.74	—	167.94 / 87.58
	0	3162 / 86.47	0.00 / 0.00	3162.45 / 86.47	972.44 / 84.27	—	—	—	486.22 / 84.27	—	972.44 / 84.27	486.22 / 84.27	—	972.44 / 84.27
b,c	100	135.21 / 150.22	—	269.96 / 150.22	116.33 / 152.11	—	—	—	58.16 / 152.11	—	116.33 / 152.11	58.16 / 152.11	—	116.33 / 152.11
	80	134.98 / 150.15	—	269.19 / 150.15	118.24 / 151.35	—	—	—	59.12 / 151.35	—	118.24 / 151.35	59.12 / 151.35	—	118.24 / 151.35
	40	133.87 / 150.04	—	267.75 / 150.04	127.49 / 148.11	—	—	—	63.74 / 148.11	—	127.49 / 148.11	63.74 / 148.11	—	127.49 / 148.11
	0	114.91 / 142.17	—	229.82 / 142.17	333.71 / 127.79	—	—	—	166.85 / 127.79	—	333.71 / 127.79	166.85 / 127.79	—	333.71 / 127.79
a	100	195.79 / 0.22	—	—	—	205.76 / 0.01	—	203.75 / 0.01	—	—	—	—	—	—
	80	193.72 / 0.25	—	—	—	204.82 / 0.01	—	202.82 / 0.01	—	—	—	—	—	—
	40	184.01 / 0.42	—	—	—	200.38 / 0.04	—	197.44 / 0.01	—	—	—	—	—	—
	0	0.00 / 0.00	—	—	—	116.6 / 1.28	—	99.69 / 2.48	—	—	—	—	—	—
b,c	100	195.79 / 240.22	—	—	—	205.76 / 240.01	—	203.72 / 239.99	—	—	2.04 / 62.11	208.72 / 239.89	—	—
	80	195.45 / 240.15	—	—	—	205.43 / 239.99	—	203.36 / 239.98	—	—	2.07 / 61.35	208.36 / 239.90	—	—
	40	193.85 / 239.84	—	—	—	203.89 / 239.92	—	201.66 / 239.96	—	—	2.23 / 58.11	206.68 / 239.88	—	—
	0	166.39 / 232.17	—	—	—	175.23 / 237.75	—	169.73 / 238.43	—	—	5.85 / 37.79	174.68 / 241.47	—	—

MOD. V	%	K	L	J	E	F	M	N	G	Vc	H	I
I	100	134.04 / 89.76	134.04 / 89.76	268.08 / 89.76	103.16 / 87.77							
	80	165.68 / 89.73	152.54 / 89.73	298.22 / 89.73	110.74 / 87.42							
	40	213.82 / 89.56	125.52 / 89.56	439.35 / 89.56	146.25 / 87.24							
	0	296.0 / 88.57	0.00 / 0.00	296.0 / 88.57	780.49 / 84.09							
V	100	134.04 / 150.24		268.08 / 150.24	103.16 / 152.53							
	80	133.78 / 150.17		267.51 / 150.17	105.03 / 151.80							
	40	132.58 / 150.07		265.14 / 150.07	114.0 / 148.72							
	0	112.81 / 142.81		225.63 / 142.81	296.8 / 130.71							
I	100	194.09 / 0.24				202.93 / 0.06		201.13 / 0.04		1.80 / 182.53	210.0 / -0.12	
	80	191.92 / 0.27				201.68 / 0.08		199.74 / 0.05		1.94 / 182.58	209.54 / -0.13	
	40	181.76 / 0.44				199.65 / 0.14		193.25 / 0.10		2.56 / 182.80	207.38 / -0.16	
	0	0.00 / 0.00				90.93 / -1.09		77.36 / -2.33		13.69 / 195.91	169.05 / -1.65	
V	100	194.09 / 240.24				202.93 / 240.06		201.13 / 240.04		1.80 / 62.53	210.0 / 239.88	
	80	193.72 / 240.17				202.64 / 240.03		200.77 / 240.02		1.84 / 61.80	209.68 / 239.89	
	40	191.98 / 239.87				201.08 / 239.90		199.08 / 239.91		1.99 / 58.72	208.49 / 239.95	
	0	163.35 / 232.81				174.58 / 236.66		169.58 / 237.15		5.20 / 40.71	181.99 / 240.73	

MOD. II	%	K	L	J	A, E	O, 00	U	P, PP	R, RR	V	S, SS	D, H	I	Vc
a	100	136.75 / -89.81	136.75 / -89.81	273.46 / -89.81	66.64 / -88.43	→	133.28 / -88.43	66.64 / -88.43	→	133.28 / -88.43	66.64 / -88.43	→	133.28 / -88.43	→
	80	169.26 / -89.78	135.42 / -89.78	304.67 / -89.78	72.29 / -88.36	→	144.59 / -88.36	72.29 / -88.36	→	144.59 / -88.36	72.29 / -88.36	→	144.59 / -88.36	→
	40	322.95 / -89.62	129.17 / -89.62	454.10 / -89.62	99.01 / -88.08	→	198.02 / -88.08	99.01 / -88.08	→	198.02 / -88.08	99.01 / -88.08	→	198.02 / -88.08	→
	0	3499 / -86.37	0.00 / 0.00	3499 / -86.37	651.29 / -84.55	→	1302 / -84.55	651.29 / -84.55	→	1302 / -84.55	651.29 / -84.55	→	1302 / -84.55	→
b, c	100	136.75 / 150.19	→	273.46 / 150.19	66.64 / 151.57	→	133.28 / 151.57	66.64 / 151.57	→	133.28 / 151.57	66.64 / 151.57	→	133.28 / 151.57	→
	80	136.51 / 150.12	→	273.02 / 150.12	67.53 / 150.79	→	135.07 / 150.79	67.53 / 150.79	→	135.07 / 150.79	67.53 / 150.79	→	135.07 / 150.79	→
	40	135.49 / 149.79	→	270.99 / 149.79	71.95 / 147.39	→	143.90 / 147.39	71.95 / 147.39	→	143.90 / 147.39	71.95 / 147.39	→	143.90 / 147.39	→
	0	146.85 / 441.18	→	233.71 / 441.18	187.05 / 123.05	→	374.01 / 123.05	187.05 / 123.05	→	374.01 / 123.05	187.05 / 123.05	→	374.01 / 123.05	→
a	100	197.98 / 0.19	→	→	→	201.21 / 0.09	200.04 / 0.08	→	203.85 / -0.01	→	203.26 / -0.01	207.08 / -0.10	→	→
	80	196.07 / 0.22	→	→	→	199.74 / 0.11	198.74 / 0.10	→	202.77 / -0.00	→	202.44 / -0.01	206.44 / -0.10	→	→
	40	184.04 / 0.38	→	→	→	192.79 / 0.20	191.05 / 0.18	→	197.67 / 0.02	→	196.80 / 0.01	203.43 / -0.14	→	→
	0	0.00 / 0.00	→	→	→	49.07 / -2.37	67.79 / -4.73	→	92.50 / -2.86	→	86.85 / -3.40	141.58 / -2.69	→	→
b, c	100	197.98 / 240.19	→	→	→	201.21 / 240.09	200.04 / 240.08	→	203.85 / 239.99	→	203.26 / 239.99	207.08 / 239.90	→	→
	80	197.67 / 240.12	→	→	→	200.86 / 240.05	199.86 / 240.05	→	203.47 / 239.99	→	202.88 / 239.99	206.67 / 239.98	→	→
	40	196.20 / 239.79	→	→	→	199.26 / 239.87	198.02 / 239.89	→	201.69 / 239.92	→	201.06 / 239.97	204.75 / 240.03	→	→
	0	169.24 / 234.18	→	→	→	167.59 / 234.66	164.55 / 235.08	→	165.13 / 238.45	→	163.65 / 239.69	164.84 / 242.05	→	→

I

V



```

*AB11(1,3)+A7(11,3)+G4(11,3)+I1(11,3)+J1(11,3)+K1(11,3)+L1(11,3)+M1(11,3)+N1(11,3)+O1(11,3)+P1(11,3)+Q1(11,3)+R1(11,3)+S1(11,3)+T1(11,3)+U1(11,3)+V1(11,3)+W1(11,3)+X1(11,3)+Y1(11,3)+Z1(11,3)+AA(11,3)+AB(11,3)+AC(11,3)+AD(11,3)+AE(11,3)+AF(11,3)+AG(11,3)+AH(11,3)+AI(11,3)+AJ(11,3)+AK(11,3)+AL(11,3)+AM(11,3)+AN(11,3)+AO(11,3)+AP(11,3)+AQ(11,3)+AR(11,3)+AS(11,3)+AT(11,3)+AU(11,3)+AV(11,3)+AW(11,3)+AX(11,3)+AY(11,3)+AZ(11,3)+BA(11,3)+BB(11,3)+BC(11,3)+BD(11,3)+BE(11,3)+BF(11,3)+BG(11,3)+BH(11,3)+BI(11,3)+BJ(11,3)+BK(11,3)+BL(11,3)+BM(11,3)+BN(11,3)+BO(11,3)+BP(11,3)+BQ(11,3)+BR(11,3)+BS(11,3)+BT(11,3)+BU(11,3)+BV(11,3)+BW(11,3)+BX(11,3)+BY(11,3)+BZ(11,3)+CA(11,3)+CB(11,3)+CC(11,3)+CD(11,3)+CE(11,3)+CF(11,3)+CG(11,3)+CH(11,3)+CI(11,3)+CJ(11,3)+CK(11,3)+CL(11,3)+CM(11,3)+CN(11,3)+CO(11,3)+CP(11,3)+CQ(11,3)+CR(11,3)+CS(11,3)+CT(11,3)+CU(11,3)+CV(11,3)+CW(11,3)+CX(11,3)+CY(11,3)+CZ(11,3)+DA(11,3)+DB(11,3)+DC(11,3)+DD(11,3)+DE(11,3)+DF(11,3)+DG(11,3)+DH(11,3)+DI(11,3)+DJ(11,3)+DK(11,3)+DL(11,3)+DM(11,3)+DN(11,3)+DO(11,3)+DP(11,3)+DQ(11,3)+DR(11,3)+DS(11,3)+DT(11,3)+DU(11,3)+DV(11,3)+DW(11,3)+DX(11,3)+DY(11,3)+DZ(11,3)+EA(11,3)+EB(11,3)+EC(11,3)+ED(11,3)+EE(11,3)+EF(11,3)+EG(11,3)+EH(11,3)+EI(11,3)+EJ(11,3)+EK(11,3)+EL(11,3)+EM(11,3)+EN(11,3)+EO(11,3)+EP(11,3)+EQ(11,3)+ER(11,3)+ES(11,3)+ET(11,3)+EU(11,3)+EV(11,3)+EW(11,3)+EX(11,3)+EY(11,3)+EZ(11,3)+FA(11,3)+FB(11,3)+FC(11,3)+FD(11,3)+FE(11,3)+FF(11,3)+FG(11,3)+FH(11,3)+FI(11,3)+FJ(11,3)+FK(11,3)+FL(11,3)+FM(11,3)+FN(11,3)+FO(11,3)+FP(11,3)+FQ(11,3)+FR(11,3)+FS(11,3)+FT(11,3)+FU(11,3)+FV(11,3)+FW(11,3)+FX(11,3)+FY(11,3)+FZ(11,3)+GA(11,3)+GB(11,3)+GC(11,3)+GD(11,3)+GE(11,3)+GF(11,3)+GG(11,3)+GH(11,3)+GI(11,3)+GJ(11,3)+GK(11,3)+GL(11,3)+GM(11,3)+GN(11,3)+GO(11,3)+GP(11,3)+GQ(11,3)+GR(11,3)+GS(11,3)+GT(11,3)+GU(11,3)+GV(11,3)+GW(11,3)+GX(11,3)+GY(11,3)+GZ(11,3)+HA(11,3)+HB(11,3)+HC(11,3)+HD(11,3)+HE(11,3)+HF(11,3)+HG(11,3)+HH(11,3)+HI(11,3)+HJ(11,3)+HK(11,3)+HL(11,3)+HM(11,3)+HN(11,3)+HO(11,3)+HP(11,3)+HQ(11,3)+HR(11,3)+HS(11,3)+HT(11,3)+HU(11,3)+HV(11,3)+HW(11,3)+HX(11,3)+HY(11,3)+HZ(11,3)+IA(11,3)+IB(11,3)+IC(11,3)+ID(11,3)+IE(11,3)+IF(11,3)+IG(11,3)+IH(11,3)+II(11,3)+IJ(11,3)+IK(11,3)+IL(11,3)+IM(11,3)+IN(11,3)+IO(11,3)+IP(11,3)+IQ(11,3)+IR(11,3)+IS(11,3)+IT(11,3)+IU(11,3)+IV(11,3)+IW(11,3)+IX(11,3)+IY(11,3)+IZ(11,3)+JA(11,3)+JB(11,3)+JC(11,3)+JD(11,3)+JE(11,3)+JF(11,3)+JG(11,3)+JH(11,3)+JI(11,3)+JJ(11,3)+JK(11,3)+JL(11,3)+JM(11,3)+JN(11,3)+JO(11,3)+JP(11,3)+JQ(11,3)+JR(11,3)+JS(11,3)+JT(11,3)+JU(11,3)+JV(11,3)+JW(11,3)+JX(11,3)+JY(11,3)+JZ(11,3)+KA(11,3)+KB(11,3)+KC(11,3)+KD(11,3)+KE(11,3)+KF(11,3)+KG(11,3)+KH(11,3)+KI(11,3)+KJ(11,3)+KK(11,3)+KL(11,3)+KM(11,3)+KN(11,3)+KO(11,3)+KP(11,3)+KQ(11,3)+KR(11,3)+KS(11,3)+KT(11,3)+KU(11,3)+KV(11,3)+KW(11,3)+KX(11,3)+KY(11,3)+KZ(11,3)+LA(11,3)+LB(11,3)+LC(11,3)+LD(11,3)+LE(11,3)+LF(11,3)+LG(11,3)+LH(11,3)+LI(11,3)+LJ(11,3)+LK(11,3)+LL(11,3)+LM(11,3)+LN(11,3)+LO(11,3)+LP(11,3)+LQ(11,3)+LR(11,3)+LS(11,3)+LT(11,3)+LU(11,3)+LV(11,3)+LW(11,3)+LX(11,3)+LY(11,3)+LZ(11,3)+MA(11,3)+MB(11,3)+MC(11,3)+MD(11,3)+ME(11,3)+MF(11,3)+MG(11,3)+MH(11,3)+MI(11,3)+MJ(11,3)+MK(11,3)+ML(11,3)+MM(11,3)+MN(11,3)+MO(11,3)+MP(11,3)+MQ(11,3)+MR(11,3)+MS(11,3)+MT(11,3)+MU(11,3)+MV(11,3)+MW(11,3)+MX(11,3)+MY(11,3)+MZ(11,3)+NA(11,3)+NB(11,3)+NC(11,3)+ND(11,3)+NE(11,3)+NF(11,3)+NG(11,3)+NH(11,3)+NI(11,3)+NJ(11,3)+NK(11,3)+NL(11,3)+NM(11,3)+NO(11,3)+NP(11,3)+NQ(11,3)+NR(11,3)+NS(11,3)+NT(11,3)+NU(11,3)+NV(11,3)+NW(11,3)+NX(11,3)+NY(11,3)+NZ(11,3)+OA(11,3)+OB(11,3)+OC(11,3)+OD(11,3)+OE(11,3)+OF(11,3)+OG(11,3)+OH(11,3)+OI(11,3)+OJ(11,3)+OK(11,3)+OL(11,3)+OM(11,3)+ON(11,3)+OO(11,3)+OP(11,3)+OQ(11,3)+OR(11,3)+OS(11,3)+OT(11,3)+OU(11,3)+OV(11,3)+OW(11,3)+OX(11,3)+OY(11,3)+OZ(11,3)+PA(11,3)+PB(11,3)+PC(11,3)+PD(11,3)+PE(11,3)+PF(11,3)+PG(11,3)+PH(11,3)+PI(11,3)+PJ(11,3)+PK(11,3)+PL(11,3)+PM(11,3)+PN(11,3)+PO(11,3)+PP(11,3)+PQ(11,3)+PR(11,3)+PS(11,3)+PT(11,3)+PU(11,3)+PV(11,3)+PW(11,3)+PX(11,3)+PY(11,3)+PZ(11,3)+QA(11,3)+QB(11,3)+QC(11,3)+QD(11,3)+QE(11,3)+QF(11,3)+QG(11,3)+QH(11,3)+QI(11,3)+QJ(11,3)+QK(11,3)+QL(11,3)+QM(11,3)+QN(11,3)+QO(11,3)+QP(11,3)+QQ(11,3)+QR(11,3)+QS(11,3)+QT(11,3)+QU(11,3)+QV(11,3)+QW(11,3)+QX(11,3)+QY(11,3)+QZ(11,3)+RA(11,3)+RB(11,3)+RC(11,3)+RD(11,3)+RE(11,3)+RF(11,3)+RG(11,3)+RH(11,3)+RI(11,3)+RJ(11,3)+RK(11,3)+RL(11,3)+RM(11,3)+RN(11,3)+RO(11,3)+RP(11,3)+RQ(11,3)+RR(11,3)+RS(11,3)+RT(11,3)+RU(11,3)+RV(11,3)+RW(11,3)+RX(11,3)+RY(11,3)+RZ(11,3)+SA(11,3)+SB(11,3)+SC(11,3)+SD(11,3)+SE(11,3)+SF(11,3)+SG(11,3)+SH(11,3)+SI(11,3)+SJ(11,3)+SK(11,3)+SL(11,3)+SM(11,3)+SN(11,3)+SO(11,3)+SP(11,3)+SQ(11,3)+SR(11,3)+SS(11,3)+ST(11,3)+SU(11,3)+SV(11,3)+SW(11,3)+SX(11,3)+SY(11,3)+SZ(11,3)+TA(11,3)+TB(11,3)+TC(11,3)+TD(11,3)+TE(11,3)+TF(11,3)+TG(11,3)+TH(11,3)+TI(11,3)+TJ(11,3)+TK(11,3)+TL(11,3)+TM(11,3)+TN(11,3)+TO(11,3)+TP(11,3)+TQ(11,3)+TR(11,3)+TS(11,3)+TT(11,3)+TU(11,3)+TV(11,3)+TW(11,3)+TX(11,3)+TY(11,3)+TZ(11,3)+UA(11,3)+UB(11,3)+UC(11,3)+UD(11,3)+UE(11,3)+UF(11,3)+UG(11,3)+UH(11,3)+UI(11,3)+UJ(11,3)+UK(11,3)+UL(11,3)+UM(11,3)+UN(11,3)+UO(11,3)+UP(11,3)+UQ(11,3)+UR(11,3)+US(11,3)+UT(11,3)+UU(11,3)+UV(11,3)+UW(11,3)+UX(11,3)+UY(11,3)+UZ(11,3)+VA(11,3)+VB(11,3)+VC(11,3)+VD(11,3)+VE(11,3)+VF(11,3)+VG(11,3)+VH(11,3)+VI(11,3)+VJ(11,3)+VK(11,3)+VL(11,3)+VM(11,3)+VN(11,3)+VO(11,3)+VP(11,3)+VQ(11,3)+VR(11,3)+VS(11,3)+VT(11,3)+VU(11,3)+VV(11,3)+VW(11,3)+VX(11,3)+VY(11,3)+VZ(11,3)+WA(11,3)+WB(11,3)+WC(11,3)+WD(11,3)+WE(11,3)+WF(11,3)+WG(11,3)+WH(11,3)+WI(11,3)+WJ(11,3)+WK(11,3)+WL(11,3)+WM(11,3)+WN(11,3)+WO(11,3)+WP(11,3)+WQ(11,3)+WR(11,3)+WS(11,3)+WT(11,3)+WU(11,3)+WV(11,3)+WW(11,3)+WX(11,3)+WY(11,3)+WZ(11,3)+XA(11,3)+XB(11,3)+XC(11,3)+XD(11,3)+XE(11,3)+XF(11,3)+XG(11,3)+XH(11,3)+XI(11,3)+XJ(11,3)+XK(11,3)+XL(11,3)+XM(11,3)+XN(11,3)+XO(11,3)+XP(11,3)+XQ(11,3)+XR(11,3)+XS(11,3)+XT(11,3)+XU(11,3)+XV(11,3)+XW(11,3)+XX(11,3)+XY(11,3)+XZ(11,3)+YA(11,3)+YB(11,3)+YC(11,3)+YD(11,3)+YE(11,3)+YF(11,3)+YG(11,3)+YH(11,3)+YI(11,3)+YJ(11,3)+YK(11,3)+YL(11,3)+YM(11,3)+YN(11,3)+YO(11,3)+YP(11,3)+YQ(11,3)+YR(11,3)+YS(11,3)+YT(11,3)+YU(11,3)+YV(11,3)+YW(11,3)+YX(11,3)+YY(11,3)+YZ(11,3)+ZA(11,3)+ZB(11,3)+ZC(11,3)+ZD(11,3)+ZE(11,3)+ZF(11,3)+ZG(11,3)+ZH(11,3)+ZI(11,3)+ZJ(11,3)+ZK(11,3)+ZL(11,3)+ZM(11,3)+ZN(11,3)+ZO(11,3)+ZP(11,3)+ZQ(11,3)+ZR(11,3)+ZS(11,3)+ZT(11,3)+ZU(11,3)+ZV(11,3)+ZW(11,3)+ZX(11,3)+ZY(11,3)+ZZ(11,3)

```

150

```

E=A/3.
EE=E/2.
AB=(A+B+C)/2.
ED=A0/3.
EE0=E0/2.
AB0=(A0+B0+C0)/2.
X=GP1*EE
Y=GP2*AB
CZ=(U0+V0)/(X0Y0+X0R0+Y0R0)
C1=(U0-R0+C2)/C0K1
U0=(C1+C2)*K
Z1=X0Y0R0/(X0Y0+X0R0+Y0R0)
WRITE(6,510) Z1,Z0

```

TEK3      FORTRAN    A      YILDIZ UNIVERSITESI E H B ARASTIRMA MERKEZI

DEFINITION: AKI1(11,6), AKI2(11,6), AKI3(11,6), GER1(11,6), GER2(11,6), TEK00

```

X=GN1*EE
Y=GN2*AB
Z1=X0Y0R0/(X0Y0+X0R0+Y0R0)
X0=ST*EE0
Y0=SS*AB0
Z0=X0Y0R0/(X0Y0+X0R0+Y0R0)
WRITE(6,510) Z1,Z0

```

```

510    FORMAT(5X,'NEGATIF VE SIFIR EMPODANSLAR',/,'5X','Z1=',F14.10,'*',/,'F14.10,15,'*',/,'Z0=',F14.10,'*',/,'F14.10')
DO 50    I=1,11
      ZA=CMPLX(10.0,1.0)
      DE=1100.0-97/100.
      Z1=ZA*DE
      PHI ZA=RT/3.0
      Y=Z0*X
      Z=TEK3/(Y+PI)

```

```

* A6(11,3),A7(11,3),G4(11,3),G5(11,3),G7(11,3),GE5(11,3),GE7(11,3),
* AK4(11,3),AK5(11,3),AK6(11,3),AK7(11,3),SA(11,1),SS(11,1),
* SC(11,1),SK(11,1),SE(11,1),UU
  CUMPLEX A,B,C,E,AB,EE,R,GN1,GN2,GS1,GS2,E0,A0,AA,BB,B0,EEO,AB0,
* X,Y,Z2,Z0,S,Z,ZA,P,V,U,C1,C2
  DATA GP1/(0.0,0.0986181)/
  DATA GP2/(0.0,0.0659697611)/
  DATA A,B,C/(0.0065,0.0571,0.0065,0.05918),0.0,-0.024231/
  DATA R,GN1,GN2/(0.0,1.0),(0.0,0.035015),(0.0,0.022041)/
  DATA GS1,GS2,U/(0.0,0.0206072),(0.0,0.0076),(1.00,0.0)/
  DATA A0,B0,U,PI/(0.03434,0.2161),(0.0343,0.22),0.0,3.14159/
  T(1,1)=CMPLX(1.0,0.0)
  T(1,2)=CMPLX(1.0,0.0)
  T(1,3)=CMPLX(1.0,0.0)
  T(2,1)=CMPLX(1.0,0.0)
  T(2,2)=CMPLX(-0.5,-0.866025447)
  T(2,3)=CMPLX(-0.5,0.866025447)
  T(3,1)=CMPLX(1.0,0.0)
  T(3,2)=CMPLX(-0.5,0.866025447)
  T(3,3)=CMPLX(-0.5,-0.866025447)
  E=A/3.
  EE=E/2.
  AB=(A+B+C)/2.
  E0=A0/3.
  EEO=E0/2.
  AB0=(A0+B0+C)/2.
  X=GP1+EE
  Y=GP2+AB
  C2=U*X/(X*Y+X*R+Y*R)
  C1=(U-R*C2)/(X+R)
  UU=(C1+C2)*R
  ZI=X*Y*R/(X*Y+X*R+Y*R)
  WRITE(6,FMT='(/,5X,'ATILLA TEKIN 821301',/,5X,'YILDIZ UNIVERS
*ESI,FEN BIL. ENS. ELK. BOL.',/,5X,'TEZ CALISMASI ',//,25X,
* 'I. MOD BILGISAYAR CIKIS DEGERLERI')')
  WRITE(6,499) UU
  WRITE(6,500) ZI
500  FORMAT(5X,'POZITIF DIZI EMPEDANSI',/,5X,'Z1=',F14.10,'*',F14.10)
499  FORMAT(/,5X,'POZITIF DIZI THEVENIN ESDEGER GERILIMI ',/,5X,
* 'UU=',F12.8,'*',F12.3)
  X=GN1+EE
  Y=GN2+AB
  Z2=X*Y*R/(X*Y+X*R+Y*R)
  X=GS1+EEO
  Y=GS2+AB0
  Z0=X*Y*R/(X*Y+X*R+Y*R)
  WRITE(6,510) Z2,Z0
510  FORMAT(5X,'NEGATIF VE SIFIR EMPEDANSLAR',/,5X,'Z2=',F14.10,'*',
* F14.10,3X,'Z0=',F14.10,'*',F14.10)
  DO 40 I=1,11
  ZA=CMPLX(0.0,1.0)
  DE=(100.-D)/100.
  ZA=ZA*DE
  P=(ZA-R)/3.0
  Y=Z0+R
  Z=Y*P/(Y+P)

```

```

12 - A1(I,3)=(A1(I,2)*Z/(Z+X))*(-1.)
13 - A1(I,1)=(P*S/(P+Y))*(-1.)
14 - G1(I,1)=A1(I,1)*Z0*(-1.)
15 - G1(I,2)=U0-A1(I,2)*Z1
16 - G1(I,3)=A1(I,3)*Z2*(-1.)
17 - D=D+10.
40 CONTINUE
DO 60 I=1,11
DO 50 K=1,3
A2(I,K)=G1(I,K)/9
A3(I,K)=A1(I,K)+A2(I,K)
50 CONTINUE
60 CONTINUE
DO 70 I=1,11
A5(I,1)=A3(I,1)*(GS1+EE0)/(GS1+EE0+GS2+AB0)
A5(I,2)=A3(I,2)*(GP1+EE)/(GP1+EE+GP2+AB)
A5(I,3)=A3(I,3)*(GN1+EE)/(GN1+EE+GN2+AB)
A7(I,1)=A3(I,1)*(GS2+AB0)/(GS2+AB0+GS1+EE0)
A7(I,2)=A3(I,2)*(GP2+AB)/(GP2+AB+GP1+EE)
A7(I,3)=A3(I,3)*(GN2+AB)/(GN2+AB+GN1+EE)
G5(I,1)=A5(I,1)*GS2*(-1.0)
G5(I,2)=U-A5(I,2)*GP2
G5(I,3)=A5(I,3)*GN2*(-1.)
70 CONTINUE
DO 90 I=1,11
DO 80 K=1,3
A4(I,K)=A5(I,K)/2.0
80 CONTINUE
90 CONTINUE
DO 100 I=1,11
G2(I,1)=G5(I,1)-A4(I,1)*B0
G2(I,2)=G5(I,2)-A4(I,2)*B
G2(I,3)=G5(I,3)-A4(I,3)*B
100 CONTINUE
DO 120 I=1,11
DO 110 K=1,3
G3(I,K)=G2(I,K)-A4(I,K)*C
G4(I,K)=A4(I,K)*C
AK1(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
AK2(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
AK3(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
AK4(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
AK5(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
AK7(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
GE1(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
GE2(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
GE3(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
GE4(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
GE5(I,K)=CMPLX(0.0,0.0)
110 CONTINUE
120 CONTINUE
DO 150 I=1,11
DO 140 J=1,3
DO 130 K=1,3
AK1(I,J)=AK1(I,J)+T(J,K)*A1(I,K)
AK2(I,J)=AK2(I,J)+T(J,K)*A2(I,K)
AK3(I,J)=AK3(I,J)+T(J,K)*A3(I,K)
AK4(I,J)=AK4(I,J)+T(J,K)*A4(I,K)

```

GE3(I,J)=GE3(I,J)+T(J,K)\*G3(I,K)  
GE4(I,J)=GE4(I,J)+T(J,K)\*G4(I,K)  
GE5(I,J)=GE5(I,J)+T(J,K)\*G5(I,K)

130 CONTINUE

140 CONTINUE

150 CONTINUE

DO 170 I=1,11

K=2

N=1

DO 160 J=1,3

AKI1(I,N)=CABS(AK1(I,J))

AKI2(I,N)=CABS(AK2(I,J))

AKI3(I,N)=CABS(AK3(I,J))

AKI4(I,N)=CABS(AK4(I,J))

AKI5(I,N)=CABS(AK5(I,J))

AKI7(I,N)=CABS(AK7(I,J))

GER1(I,N)=CABS(GE1(I,J))

GER2(I,N)=CABS(GE2(I,J))

GER3(I,N)=CABS(GE3(I,J))

GER4(I,N)=CABS(GE4(I,J))

GER5(I,N)=CABS(GE5(I,J))

AKI1(I,K)=ATAN(AIMAG(AK1(I,J))/REAL(AK1(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK1(I,J))) 700,705,705

700 AKI1(I,K)=AKI1(I,K)+180.

705 AKI2(I,K)=ATAN(AIMAG(AK2(I,J))/REAL(AK2(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK2(I,J))) 710,715,715

710 AKI2(I,K)=AKI2(I,K)+180.

715 AKI3(I,K)=ATAN(AIMAG(AK3(I,J))/REAL(AK3(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK3(I,J))) 720,725,725

720 AKI3(I,K)=AKI3(I,K)+180.

725 AKI4(I,K)=ATAN(AIMAG(AK4(I,J))/REAL(AK4(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK4(I,J))) 730,735,735

730 AKI4(I,K)=AKI4(I,K)+180.

735 AKI5(I,K)=ATAN(AIMAG(AK5(I,J))/REAL(AK5(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK5(I,J))) 740,745,745

740 AKI5(I,K)=AKI5(I,K)+180.

745 AKI7(I,K)=ATAN(AIMAG(AK7(I,J))/REAL(AK7(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(AK7(I,J))) 750,755,755

750 AKI7(I,K)=AKI7(I,K)+180.

755 GER1(I,K)=ATAN(AIMAG(GE1(I,J))/REAL(GE1(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(GE1(I,J))) 760,765,765

760 GER1(I,K)=GER1(I,K)+180.

765 GER2(I,K)=ATAN(AIMAG(GE2(I,J))/REAL(GE2(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(GE2(I,J))) 770,775,775

770 GER2(I,K)=GER2(I,K)+180.

775 GER3(I,K)=ATAN(AIMAG(GE3(I,J))/REAL(GE3(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(GE3(I,J))) 780,785,785

780 GER3(I,K)=GER3(I,K)+180.

785 GER4(I,K)=ATAN(AIMAG(GE4(I,J))/REAL(GE4(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(GE4(I,J))) 790,795,795

790 GER4(I,K)=GER4(I,K)+180.

795 GER5(I,K)=ATAN(AIMAG(GE5(I,J))/REAL(GE5(I,J)))\*180./PI

IF(REAL(GE5(I,J))) 800,805,805

800 GER5(I,K)=GER5(I,K)+180.

805 N=N+2

K=K+2

160 CONTINUE

170 CONTINUE



00 960 I=1,11

~~00 950 J=1,5,2~~

AKI1(I,J)=AKI1(I,J)\*AA

AKI2(I,J)=AKI2(I,J)\*AA

AKI3(I,J)=AKI3(I,J)\*AA

AKI4(I,J)=AKI4(I,J)\*AA

AKI5(I,J)=AKI5(I,J)\*AA

AKI7(I,J)=AKI7(I,J)\*AA

GER1(I,J)=GER1(I,J)\*220.0

GER2(I,J)=GER2(I,J)\*220.0

GER3(I,J)=GER3(I,J)\*220.0

GER4(I,J)=GER4(I,J)\*220.0

GER5(I,J)=GER5(I,J)\*220.0

950 CONTINUE

960 CONTINUE

GO TO 900

920 J=1

00 801 I=1,5

J=J+?

AKIM(I,1)=(AKI4(J,1)-AKI4(I,1))\*100./AKI4(I,1)

AKIM(I,2)=(AKI5(J,1)-AKI5(I,1))\*100./AKI5(I,1)

AKIM(I,3)=(AKI3(J,1)-AKI3(I,1))\*100./AKI3(I,1)

AKIM(I,4)=(AKI1(J,1)-AKI1(I,1))\*100./AKI1(I,1)

AKIM(I,5)=(AKI2(J,1)-AKI2(I,1))\*100./AKI2(I,1)

GERI(I,1)=(GER1(J,1)-GER1(I,1))\*100./GER1(I,1)

GERI(I,2)=(GER3(J,1)-GER3(I,1))\*100./GER3(I,1)

GERI(I,3)=(GER2(J,1)-GER2(I,1))\*100./GER2(I,1)

GERI(I,4)=(GER5(J,1)-GER5(I,1))\*100./GER5(I,1)

GERI(I,5)=(GER4(J,1)-GER4(I,1))\*100./GER4(I,1)

801 CONTINUE

J=1

00 802 I=6,10

J=J+2

AKIM(I,1)=(AKI4(J,3)-AKI4(I,3))\*100./AKI4(I,3)

AKIM(I,2)=(AKI5(J,3)-AKI5(I,3))\*100./AKI5(I,3)

AKIM(I,3)=(AKI3(J,3)-AKI3(I,3))\*100./AKI3(I,3)

AKIM(I,4)=(AKI1(J,3)-AKI1(I,3))\*100./AKI1(I,3)

AKIM(I,5)=(AKI2(J,3)-AKI2(I,3))\*100./AKI2(I,3)

GERI(I,1)=(GER1(J,3)-GER1(I,3))\*100./GER1(I,3)

GERI(I,2)=(GER3(J,3)-GER3(I,3))\*100./GER3(I,3)

GERI(I,3)=(GER2(J,3)-GER2(I,3))\*100./GER2(I,3)

GERI(I,4)=(GER5(J,3)-GER5(I,3))\*100./GER5(I,3)

GERI(I,5)=(GER4(J,3)-GER4(I,3))\*100./GER4(I,3)

802 CONTINUE

WRITE(6,FMT='(/,5X,'\*1. MOD CALISMADA, HAT UZERINDEKI NOKTALARDA  
\*ARIZA NEDENI ILE,'\*,/,5X,'\*ILGILI NOKTA CALISMA DEGERI BAZI UZER  
\*NDEN YUZDE OLARAK',/,5X,'\*AKIM UZERINE DEGISIM ETKILERI',/,5X,  
\*'\*A=B=C=D=E=F=G=H'\*')')

WRITE(6,FMT='(/,5X,'\*A',12X,'\*I',12X,'\*J',12X,'\*K',12X,'\*L'  
\*')')

WRITE(6,640) ((AKIM(I,K),K=1,5),I=1,10)

WRITE(6,FMT='(/,5X,'\*1. MOD CALISMADA, HAT UZERINDEKI NOKTALARDA  
\*ARIZA NEDENI ILE,'\*,/,5X,'\*ILGILI NOKTA CALISMA DEGERI BAZI UZER  
\*NDEN YUZDE OLARAK',/,5X,'\*GERILIM UZERINE DEGISIM ETKILERI',/,  
\*5X,'\*A=E=K=J=L, B=F, C=U, D=H'\*')')

WRITE(6,FMT='(/,5X,'\*A',12X,'\*B',12X,'\*C',12X,'\*D',12X,'\*VC'  
\*')')

WRITE(6,640) ((GERI(I,K),K=1,5),I=1,10)

640 FORMAT(/,F11.3,'\*',F11.3,'\*',F11.3,'\*',F11.3,'\*',F11.3)

STOP

END

