

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Uzun Enerji İletim Hatlarında
Terminal Kompansasyon

Kemal Berberoğlu

Yüksek Lisans Tezi

152
18

125072

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

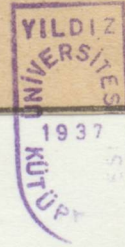
UZUN ENERJİ İLETİM HATLARINDA
TERMİNAL KOMPANZASYON
ARIZALARININ İNCELENMESİ

LİSANS ÜSTÜ TEZİ
Elk. Müh. Kemal BERBEROĞLU

İSTANBUL 1985

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 152
Alındığı Yer : Pen Bil. Ens. 18
Tarih : 25.3.1987
Fatura : ----
Fiatı : 1200 M.
Ayniyat No : 1/1
Kayıt No : 44754
UDC : 621.3
Ek : 378.242



YILDIZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİSANS ÜSTÜ TEZİ

Comp

UZUN ENERJİ İLETİM HATLARINDA
TERMINAL KOMPA NZASYON
ARIZALARININ İNCELENMESİ

Elk. Müh. Kemal BERBEROĞLU

İSTANBUL 1985

Muhtelif çalışma modlarında, hat üzerindeki noktalarda arıza nedeniyle (ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden %olarak)akım ve gerilim üzerine değişim etkileri ve grafikleri	43
Hat üzerindeki noktalarda çalışma modlarına göre arıza nedeniyle(ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden % olarak) akım ve gerilim üzerine değişim etkileri	68
Kritikler	98
Son kritik	102
Kaynaklar	104
Özgeçmiş	105
Muhtelif çalışma modlarında hat üzerindeki noktalarda arıza oranına göre gerçek akım ve gerilim bilgisayar çıkış değerleri	106
Akış dyagramları ve bilgisayar programları	113

Elektrik enerjilerinin oral hareketlere alınması için ve bu-
suna transfer kapasitesi ile ilgili olarak çok yüksek
gerilimli iletim hatlarına temel edilir.

Bunun için, hatların seri reaktans ve hatteki gerilim düşüşü
seri kapasitörler kullanılarak azaltılır.

Ayrıca yüksek ve düşük gerilim hatlarında, hatların seri kapasite-
lerinde dolayı hatların seri gerilim düşüşü, hatların geriliminde
nominal değerinde hatların reaktansına sebep olur. Bu da hatların seri

ÖNSÖZ

Bu tezi hazırlamamda, benden her türlü yardımını esirgemeyen
değerli hocam Doç.Dr. H. Nusret YÜKSELER'e ve:
tez hesaplarını bilgisayarla büyük bir kolaylıkla yapmamı sağla-
yan Üniversitemiz E.H.B.araştırma merkezi hocalarıma çok teşekkür
ederim.

Elk.Müh. Kemal BERBEROĞLU

ÖZET

Elektrik enerjisinin uzak mesafelere minimum kayıp ve maksimum transfer kapasitesiyle iletilebilmesi için çok yüksek gerilimli iletim hatları tesis edilir.

Bunun için, hattın seri reaktansı ve hattaki gerilim düşümü seri kapasitörler kullanılarak azaltılır.

Ayrıca yüksüz yada az yüklü hatlarda, hattın şönt kapasitesinden dolayı hattan akan şönt akımlar, hat sonu geriliminin nominal değerinde üstüne çıkmasına sebep olur. Buda hatta bağlı cihazların işletme gerilim değerini aşır, hasara sebep olabilir.

İşte hatlardaki bu tür gerilim yükselmelerini önlemek için hatta reaktörler bağlanır.

Bu tezde, Gölbaşı-Keban 380kV'luk enerji nakil hattına Keban merkezinde paralel bağlanmış hat reaktörlerindeki olası arızalar incelenecektir.

ABSTRACT

In order to transmit the electrical energy to the long distance with minimum loss and maximum transfer capacity, the high voltage transmission lines are built.

Therefore the series reactance of the transmission line and the voltage drop are reduced by using series line capacitors.

The unloading or light loading voltage at the end of the transmission line, increases over the nominal rated with flowing the charge current through the line capacity. This excessive voltage is able to destroy equipments that connected to the line.

Line reactors are connected to the transmission lines to prevent the increase of the voltage rise occur at the end of the transmission line.

In this thesis, it will be studied that the possible faults on the one of the two reactors which are parallel connected to the GÖLBAŞI-KEBAN transmission line at the Keban hydro electric centre.

BÖLÜM I

ENERJİ İLETİMİ

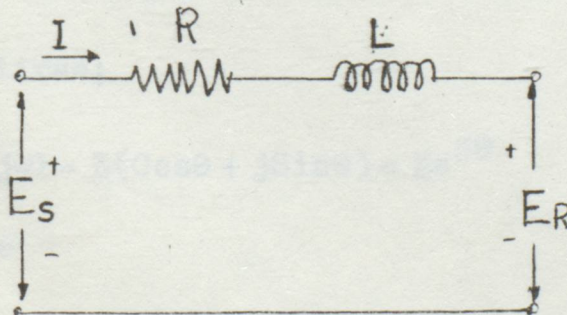
Enerji nakil hatlarında hattın elektriksel verileri bilindiğinde, belirli işletme şartlarında hattın herhangi bir noktasındaki akım, gerilim, güç, verim gibi çeşitli büyüklükler hesaplanabilir.

Bu büyüklüklerin hesabı için tertib edilen denklemlere hat denklemleri denir. Hatların kısa, orta ve uzun olmalarına göre hat denklemleri yazılır.

Hesapların öncelikle sıhhatli olması için elektriksel sabitlerin yeterince doğru hesaplanması gerekir.

1. KISA İLETİM HATLARI

Genel olarak 50km'ye kadar ve 40kV'un altındaki hatlar kısa iletim hattı olarak kabul edilirse; asıl olan şönt kapasitesi ihmal edilebilecek uzunluktaki hatlara kısa iletim hattı denmesidir. Kısa iletim hatlarında hattın şönt kapasitesi ihmal edildiğinden hat boyunca akım aynı olur. Dolayısıyla hattın direnç ve endüktansı blok değerler halinde düşünülebilir.



Burada:

Şekil-1

E_s : Hatbaşı gerilim vektörü,

E_r : Hatsonu " " ,

E_r, I : Büyüklüklerin mutlak değerleri,

e_s, e_r, i : Anlık değerlerdir.

Dengesiz sistemlerde her faz ayrı ayrı dikkate alındığı halde, dengeli sistemlerde bir faz için işlem yapılır vefaz arası ilişkilerden diğer fazlara ait değerler bulunur.

Şekil-1'e kirşofun gerilim kanunu uygulanırsa

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

eşitliği yazılır.

$$e_R = \sqrt{2} |E_R| \cos(\omega t + \varphi_R) \quad (2)$$

$$i = \sqrt{2} |I| \cos(\omega t + \varphi_I) \quad (3)$$

şeklinde kabul edersek ara işlemlerin sonucu (1) eşitliği:

$$e_s = \text{reel} \sqrt{2} ((R + j\omega L) |I| e^{j\varphi_I} + |E_R| e^{j\varphi_R}) e^{j\omega t} \quad (4)$$

şekline gelir. Parantez içindeki ifade zamana bağlı olmadığından

$$|E_s| e^{j\varphi_s} = (R + j\omega L) |I| e^{j\varphi_I} + |E_R| e^{j\varphi_R} \quad (5)$$

dersek;

$$e_s = \text{reel} \sqrt{2} |E_s| e^{j(\omega t + \varphi_s)} \quad (6)$$

anlık değeri yazılabilir.

Diğer yandan;

$$z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad \theta = \arctan \frac{X}{R} \quad (7)$$

ile gösterilirse;

$$R + j\omega L = Z(\cos\theta + j\sin\theta) = Ze^{j\theta} \quad (8)$$

dönüşümü ile

$$E_s = ZI + E_R \quad (9)$$

bulunur.

I.I PARALEL İLETİM HATLARI

Uzun mesafelere enerji iletilirken bazen iki hat birbirine paralel çalıştırılır. Şimdi böyle bir durumda akımın kollara nasıl dağıldığına bakalım.

$$Z_A = R_A + jX_A$$

$$Z_B = R_B + jX_B$$

paralel çalışan hatların empedansları kabul edilirse, eşdeğer empedans:

$$Z = R + jX = \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B} = \frac{(R_A + jX_A)(R_B + jX_B)}{(R_A + R_B) + j(X_A + X_B)} \quad (10)$$

olur. Bu ifadenin reel ve imajiner kısımları;

$$R = \frac{R_A(R_B^2 + X_B^2) + R_B(R_A^2 + X_A^2)}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2} \quad (11)$$

$$X = \frac{X_A(R_B^2 + X_B^2) + X_B(R_A^2 + X_A^2)}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2} \quad (12)$$

olarak yazılır.

Paralel kolların empedansları aynı olduğu takdirde her koldan aynı akım geçer. Kol empedansları eşit olmadığı takdirde, eğer X/R oranı her iki empedansta aynı ise I_A ve I_B kol akımlarınının faz açıları eşit olup doğrudan toplanırlar. Bu oran farklı ise vektörel toplama yapılır.

Bu hal için,

$$I_A Z_A = I_B Z_B = IZ \quad (13)$$

yazılır. Buradan

$$I_A = I \frac{Z_B}{Z_A + Z_B} = I \frac{R_B + jX_B}{(R_A + R_B) + j(X_A + X_B)} \quad (14)$$

ve modülleride;

$$|I_A| = |I| \left(\frac{R_B^2 + X_B^2}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2} \right)^{1/2} \quad (15)$$

$$|I_B| = |I| \left(\frac{R_A^2 + X_A^2}{(R_A + R_B)^2 + (X_A + X_B)^2} \right)^{1/2} \quad (16)$$

yazılır.

Parelel kollara $\frac{I_A}{I_B} = \frac{R_B}{R_A}$ olacak şekilde dağılması istenen akım; gerçekte ise $\frac{I_A}{I_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$ olacak şekilde dağılır.

Akımın kollara bu şekilde dağılması sistemin enerji iletme kapasitesini sınırlar. Bu durumda empedansı büyük olan kola seri olarak kapasitör bağlanarak hat reaktansının kompanzasyonu ile X/R oranının aynı olması sağlanır.

$$\frac{X_A}{R_A} = \frac{(X_B + X_C)}{R_B}, \quad X_C = \frac{1}{2\pi f c} \quad (17)$$

bağıntılarından,

$$c = \frac{R_A}{2\pi f} \cdot \frac{1}{(R_A X_B - X_A R_B)} \quad (18)$$

kapasite değeri bulunur.

2. ORTA UZUNLUKTAKİ İLETİM HATLARI

2.1. GİRİŞ:

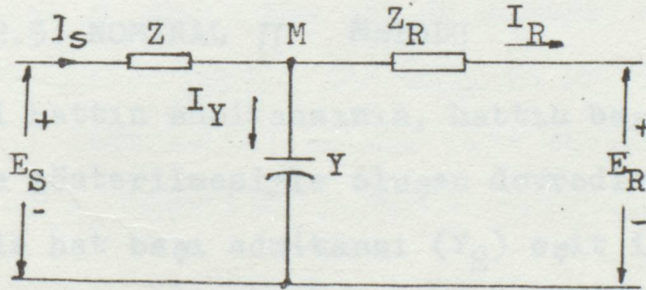
İletkenlerin birbirine, koruma iletkenine, toprağa göre kapasitelerinden dolayı akan akımlar ihmal edilemeyecek kadar büyük ise, bu hatlar orta uzunlukta kabul edilirler. Hattın kapasitesi, direnç ve reaktansı blok değerler halinde T ve π modellerinde kullanılarak hesaplar yapılır.

Hattın T yada π modeli olarak düşünülüp hesapların buna göre yapılmasından doğacak hata ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Dolayısıyla sonuçlar yeterince doğru kabul edilir.

2.2. Nominal T Metodu

T devresi, hattın tüm kapasitesinin bir noktada toplanmış olduğu kabul edilerek tasarlanmış devredir.

Eğer kapasite hattın tam ortasında kabul edilirse buna nominal T devresi; herhangi bir yerinde kabul edilirse buna genel T devresi denir.



Şekil-2

R indisliler hat sonu, S indisliler hatbaşı değerleri olmak üzere;

$$E_M = E_R + I_R Z_R \quad (1)$$

kapasiteden akan akım:

$$I_Y = Y \cdot E_M = Y \cdot E_R + Y \cdot Z_R \cdot I_R \quad (2)$$

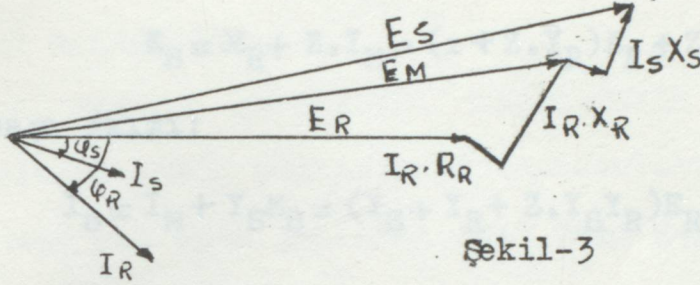
hat başı akımı:

$$I_S = I_Y + I_R = Y \cdot E_R + (Y \cdot Z_R + 1) I_R \quad (3)$$

hat başı gerilimi ise:

$$E_S = E_M + I_S \cdot Z_S = (1 + Z_S \cdot Y) E_R + (Z_S + Z_R + Z_S \cdot Z_R \cdot Y) I_R \quad (4)$$

olarak bulunur.



Şekil-3

Eğer hatbaşı değerleri verilmişse (3) ve(4) denklemlerinden hat sonu değerleri I_R, E_R :

$$I_R = -Y \cdot E_S + (1 + Z_S \cdot Y) I_S \quad (5)$$

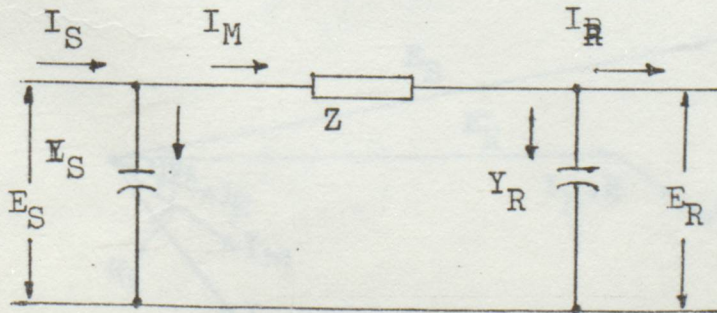
$$E_R = (1 + Z_R \cdot Y) E_S - (Z_S + Z_R + Z_S \cdot Z_R \cdot Y) I_S \quad (6)$$

olarak bulunur.

Denklemlerde $Z_S = Z_R = \frac{Z}{2}$ konulursa nominal Tdevresi için hat sonu ve hat başı büyüklüklerine ait denklemler elde edilir.

2.3. NOMİNAL π METODU

π devresi hattın admitansının, hattın baş ve sonunda iki bloke değer halinde gösterilmesiyle oluşan devredir. Eğer hat sonu admitans (Y_R) ile hat başı admitans (Y_S) eşit ise bu devreye nominal π devresi, eşit değilse genel π devresi denir. Biz işlemleri genel π devresine göre yapacağız.



Şekil-4

Şekil-5'den takip edilirse empedans kolundaki akım:

$$I_M = I_R + Y_R \cdot E_R \quad (7)$$

olup hat başı gerilimi;

$$E_S = E_R + Z \cdot I_M = (1 + Z \cdot Y_R) E_R + Z \cdot I_R \quad (8)$$

ve hat başı akımı:

$$I_S = I_M + Y_S E_S = (Y_S + Y_R + Z \cdot Y_S Y_R) E_R + (1 + Z \cdot Y_S) I_R \quad (9)$$

formülleri ile hesaplanır.

Hat başı değerleri verilip hat sonu değerleri istenirse (8) ve (9)nolu denklemlerden hat sonu değerleri:

$$I_R = -(Y_S + Y_R + Z \cdot Y_S \cdot Y_R) E_S + (1 + Z \cdot Y_R) I_S \quad (10)$$

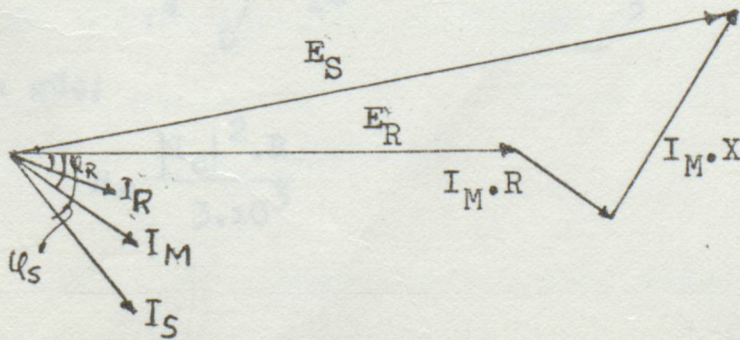
$$E_R = (1 + Z \cdot Y_S) E_S - Z \cdot I_R \quad (11)$$

formülleri ile hesaplanır. Burada;

$$Y_S = Y_R = \frac{Y}{2} \quad (12)$$

alınırsa nominal π devresine ait denklemler elde edilir.

Bulunan bu denklemler yalnız hat sonu ve hat başı (pratikte çoğunlukla hat sonu) değerlerini bulmak için kullanılır. Hat üzerinde bir noktanın akım ve gerilimi bulunmak istendiğinde orantı metodu kullanılır. Hat başı geriliminin fazör dyagramı şekil-5'de gösterilmiştir.

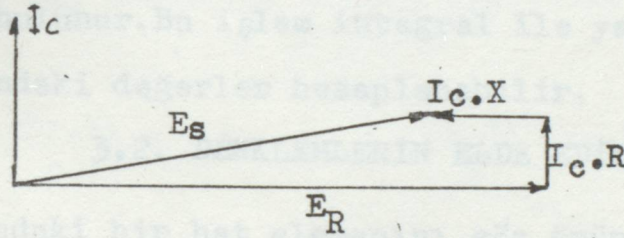


Şekil-5

T ve Π modelleri 200km'ye kadar uzunluktaki hatlarda yeter derece doğrulukla kullanılabilir. Her iki modele ait denklemler karşılaştırılırsa arada $Z.Y/4$ teriminden dolayı küçük bir fark olduğu görülür. Orta uzunluktaki hatlarda bu terim küçük olduğundan fark ihmal edilebilir.

2.4. TAŞIMA HATLARINDA KAPASİTENİN ETKİSİ

Kapasitesi ihmal edilmeyen orta uzunluktaki hatlar boşa çalıştığı zaman hat sonu gerilimi, hat başı geriliminden büyük olur. Buna "Ferranti Efect" olayı denir.



Şekil-6

Şekil-6'da görüldüğü gibi hat sonu gerilimine hattaki gerilim düşümü eklendiğinde, elde edilen hat başı gerilimi, hat sonu geriliminden küçük olmaktadır.

Bir hattın x mesafesindeki şarj akımının değeri;

$$I = \frac{x}{l} |I_c| \quad (13)$$

dir. Akımın efektif değeri ise;

$$I = \frac{1}{l} \int_0^l \frac{|I_c|^2}{l^2} x^2 dx = \frac{|I_c|^2}{3} \quad (14)$$

ve faz başına güç;

$$P = \frac{|I_c|^2 \cdot R}{3 \cdot 10^3} \quad (15)$$

bulunur.

3. UZUN İLETİM HATLARI

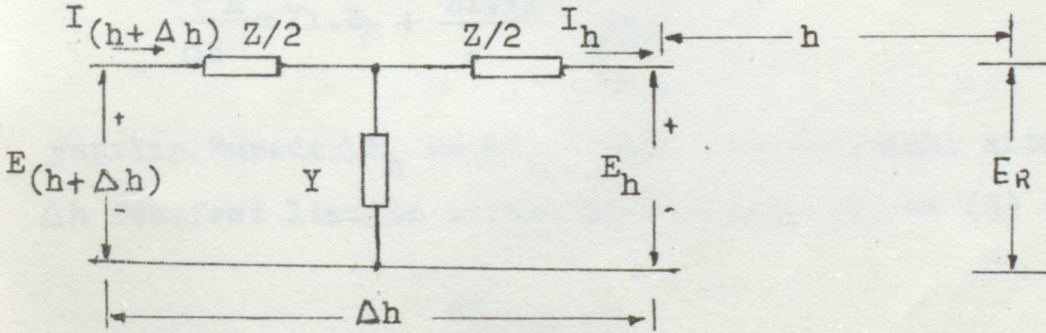
3.1. GİRİŞ:

T ve π devreleri uzun kabul edilen iletim hatlarında kullanılmazlar. Çünkü hat sabitleri artık blok değerler halinde değil hat boyunca yayılmış olarak düşünülür.

Bu durumda hattın; herbiri, direnç, endüktans ve kapasitansın $1/n$ 'ine sahip çok küçük n elemandan oluştuğu tasarlanır. Her bir elemanın hat sonu gerilimi ile hat sonu akımı bilindiğine ve diyelimki T modeline göre hat başı değerleri bulunur. Böylece bir önceki elemanın hat sonu değerleri bulunmuş olur. Bu kez bu elemana ait hat başı değerleri T modeli ile bulunur. Bu işlem integral ile yapılarak hattın herhangi bir noktasındaki değerler hesaplanabilir.

3.2. DENKLEMLERİN ELDE EDİLiŞİ

Δh boyundaki bir hat elemanını göz önüne alalım:



Şekil-7

Δh boyu çok küçük olduğundan T yada π modeli kullanmak bir fark oluşturmaz. Z_1 ve Y_1 hattın birim boyunun empedansı ve admitansı olmak üzere Δh boyundaki hattın empedans ve admitansı

$$z = Z_1 \cdot \Delta h \quad (1)$$

$$y = Y_1 \cdot \Delta h \quad (2)$$

ile gösterilsin.

E_h ve I_h ; küçük hat elemanının hat sonu değerleri,

$E(h+\Delta h)$, $I(h+\Delta h)$ " " " " başı "

olmak üzere, T modelinden;

$$E(h + \Delta h) = \left(1 + \frac{z \cdot y}{2}\right) E_h + z \left(1 + \frac{z \cdot y}{4}\right) I_h \quad (3)$$

$$I(h + \Delta h) = y \cdot E_h + \left(1 + \frac{z \cdot y}{2}\right) I_h \quad (4)$$

yazılır. Buradan,

$$\Delta E_h = E(h + \Delta h) - E_h = \frac{z \cdot y}{2} E_h + z \left(1 + \frac{z \cdot y}{4}\right) I_h \quad (5)$$

$$\Delta I_h = I(h + \Delta h) - I_h = y \cdot E_h + \frac{z \cdot y}{2} I_h \quad (6)$$

yada (1) ve (2) değerleri yerine yazılırsa:

$$\frac{\Delta E_h}{\Delta h} = \frac{z_1 \cdot y_1}{2} E_h \cdot \Delta h + z_1 \left(1 + \frac{z_1 \cdot y_1}{4} (\Delta h)^2\right) I_h \quad (7)$$

$$\frac{\Delta I_h}{\Delta h} = y_1 \cdot E_h + \frac{z_1 \cdot y_1}{2} I_h \cdot \Delta h \quad (8)$$

yazılır. Burada ΔE_h ve ΔI_h , Δh mesafesindeki artma değerleridir. Δh mesafesi limitte sıfıra götürülürse (7) ve (8) denklemleri;

$$\frac{dE}{dh} = z_1 \cdot I \quad (9)$$

$$\frac{dI}{dh} = y_1 \cdot E \quad (10)$$

haline gelir. Bu denklemler hattın herhangi bir noktası için yazıldığından h indisleri artık gereksizdir. (9) ve (10) denklemlerinin ikinci türevleri alınıp, birinci türevleri yerine (9), (10) eşitlikleri konursa

$$\frac{d^2 E}{dh^2} = z_1 \cdot y_1 \cdot E \quad (11)$$

$$\frac{d^2 I}{dh^2} = z_1 \cdot y_1 \cdot I \quad (12)$$

denklemleri elde edilir.

Görüldüğü gibi bu denklemler ikinci dereceden konstant katsayılı lineer diferansiyel denklemlerdir. Bu denklemler,

$$h=0 \text{ için } I=I_R; \quad \left[\frac{dI}{dh} \right]_{h=0} = Z_1 \cdot I_R \quad (13)$$

$$h=0 \text{ için } E=E_R; \quad \left[\frac{dE}{dh} \right]_{h=0} = Y_1 \cdot E_R \quad (14)$$

sınır şartlarına göre çözülürse,

$$E = \frac{1}{2} \left[E_R + \sqrt{\frac{Z_1}{Y_1}} I_R \right] \cdot e^{\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h} + \frac{1}{2} \left[E_R - \sqrt{\frac{Z_1}{Y_1}} I_R \right] \cdot e^{-\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h} \quad (15)$$

$$I = \frac{1}{2} \left[I_R + \sqrt{\frac{Y_1}{Z_1}} E_R \right] \cdot e^{\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h} + \frac{1}{2} \left[I_R - \sqrt{\frac{Y_1}{Z_1}} E_R \right] \cdot e^{-\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h} \quad (16)$$

tam çözümleri bulunur. Bu formüllerde $h=0$ konursa $E=E_R$, $I=I_R$ hat sonu değerleri; $h=l$ konursa hat başı değerleri elde edilir. Bu durumda

$$\sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h = \sqrt{Z_1 \cdot Y_1} l = \sqrt{Z_1 \cdot l \cdot Y_1 \cdot l} = \sqrt{Z \cdot Y} \quad (17)$$

olur. Burada

$$Z = Z_1 \cdot l \quad (18)$$

$$Y = Y_1 \cdot l \quad (19)$$

alınmıştır ki

Z: l boyundaki hattın empedansı,

Y: " " " " admitansdır.

Ayrıca Z_0 "karakteristik empedans" olmak üzere;

$$\sqrt{\frac{Z_1}{Y_1}} = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \frac{\sqrt{Z}}{\sqrt{Z \cdot Y}} = Z_0 \quad (20)$$

ve $X = \sqrt{Z_1 \cdot Y_1} h$ olmak üzere,

$$\text{Sinh}x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \quad \text{Cosh}x = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \quad (21)$$

eşitlikleri (15) ve (16) denklemlerinde yerine konursa

$$E_s = \frac{1}{2} [E_R + Z_0 \cdot I_R] e^{\sqrt{Z \cdot Y}} + \frac{1}{2} [E_R - Z_0 I_R] e^{-\sqrt{Z Y}} \quad (23)$$

$$I_s = \frac{1}{2} [I_R + \frac{1}{Z_0} E_R] e^{\sqrt{Z \cdot Y}} + \frac{1}{2} [I_R - \frac{1}{Z_0} E_R] e^{-\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (24)$$

üstel eşitlikleri, yada;

$$E_s = E_R \text{Cosh } \sqrt{Z \cdot Y} + Z \cdot I_R \cdot \frac{\text{Sinh } \sqrt{Z \cdot Y}}{\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (25)$$

$$I_s = I_R \cdot \text{Cosh } \sqrt{Z \cdot Y} + Y \cdot E_R \frac{\text{Sinh } \sqrt{Z \cdot Y}}{\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (26)$$

hiberbolik hal eşitlikleri, yada;

$$\text{Cosh } x = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \frac{x^6}{6!} + \dots \quad (27)$$

$$\text{Sinh } x = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \frac{x^7}{7!} + \dots \quad (28)$$

olduğunu göz önüne alarak $x = \sqrt{Z \cdot Y}$ olmak üzere,

$$E_s = \left[1 + \frac{Z \cdot Y}{2} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{24} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{720} + \dots \right] E_R + Z \left[1 + \frac{Z \cdot Y}{6} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{120} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{5040} + \dots \right] I_R \quad (29)$$

$$I_s = \left[1 + \frac{Z \cdot Y}{2} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{24} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{720} + \dots \right] I_R + Y \left[1 + \frac{Z \cdot Y}{6} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{120} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{5040} + \dots \right] E_R \quad (30)$$

denklemleri elde edilir. Eğer bir uzun iletim hattında hatbaşı değerleri belli olup, hat sonu değerleri istendiğinde hatbaşı değer formüllerinden;

$$E_R = \frac{1}{2} (E_S - Z_0 \cdot I_S) e^{\sqrt{Z \cdot Y}} + \frac{1}{2} (E_S + Z_0 \cdot I_S) e^{-\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (31)$$

$$= E_S \cdot \text{Cosh} \sqrt{Z \cdot Y} - Z \cdot I_S \frac{\text{Sinh} \sqrt{Z \cdot Y}}{\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (32)$$

$$= \left(1 + \frac{Z \cdot Y}{2} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{24} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{720} + \dots\right) E_S - \quad (33)$$

$$Z \left(1 + \frac{Z \cdot Y}{6} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{120} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{5040} + \dots\right) I_S \quad (33)$$

$$I_R = \frac{1}{2} \left(I_S - \frac{1}{Z_0} E_S\right) e^{\sqrt{Z \cdot Y}} + \frac{1}{2} \left(I_S + \frac{1}{Z_0} E_S\right) e^{-\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (34)$$

$$= I_S \text{Cosh} \sqrt{Z \cdot Y} - Y \cdot E_S \frac{\text{Sinh} \sqrt{Z \cdot Y}}{\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (35)$$

$$= \left(1 + \frac{Z \cdot Y}{2} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{24} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{720} + \dots\right) I_S -$$

$$Y \left(1 + \frac{Z \cdot Y}{6} + \frac{Z^2 \cdot Y^2}{120} + \frac{Z^3 \cdot Y^3}{5040} + \dots\right) E_S \quad (36)$$

eşitlikleri bulunur.

3.3. TAŞIMA HATTININ ÖZEL HALLERİ

a). Açık Devre Hali:

Açık devre halinde $I_R=0$ demektir. Eğer (25) ve (26) denklemlerinde $I_R=0$ koyarsak; hatbaşı değerleri:

$$E_S = E_R \cdot \text{Cosh} \sqrt{Z \cdot Y} \quad (37)$$

$$I_S = Y \cdot E_R \frac{\text{Sinh} \sqrt{Z \cdot Y}}{\sqrt{Z \cdot Y}} \quad (38)$$

olarak bulunur. İstenirse bu denklemlerden hat sonu değerleride bulunabilir.

b-) Kısadevre Hali:

Kısadevre hali ise $E_R=0$ olması demektir.(25) ve (26) denklemlerinde $E_R=0$ konursa,

$$E_S=Z.I_R \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}} \quad (39)$$

$$I_S=I_R.\text{Cosh}\sqrt{Z.Y} \quad (40)$$

hat başı değerleri bulunur.Bu durumda kısadevre akımı ise

$$I_R= \frac{I_S}{\text{Cosh}\sqrt{Z.Y}} =I_S.\text{Sech}\sqrt{Z.Y} \quad (41)$$

formülüyle bulunur.Burada ilginç bir durum vardır.Faz olarak hat başı geriliminden çok fazla geride olan kısadevre akımıyla; hat başı geriliminden çok fazla ilerideki şarj akımının toplamı olan hat başı akımı;hat sonu akımından küçük olabilir.

3.4. EŞDEĞER T VE EŞDEĞER π DEVRELERİ

Bulunan bu uzun iletim hattı denklemleri kesin çözümler getirmekle birlikte tasarlanmaları ve devre elemanlarıyla doğrudan gerçekleştirilmeleri mümkün değildir.

Bunun için uzun iletim hatlarının çözümlerini aynen T ve π modelleri oluşturulabilir.T ve π modellerinin hatbaşı değer formülleriyle; uzun iletim hatları için çıkarılmış hat başı değer formüllerindeki E_R ve I_R değerlerinin katsayıları karşılaştırılarak, eşdeğer π ve eşdeğer T devrelerine ait yeni empedans (z',z'') ve admitans (Y',Y'') değerleri hesaplanır.

(25) denklemiyle (8) denkleminin ve (26) denklemiyle (9) denkleminin karşılaştırılmasından;

$$1+ \frac{Z'.Y'}{2} =\text{Cosh}\sqrt{Z.Y} \quad (42)$$

$$Z'=Z \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}} \quad (43)$$

$$Y'(1 + \frac{Z'.Y'}{4}) = Y \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}} \quad (44)$$

yazılır. Bu eşitliklerden eşdeğer π devresinin empedans ve admittansı;

$$Z' = Z \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}}, \quad \frac{Y'}{2} = \frac{Y}{2} \frac{\tanh(\sqrt{Z.Y}/2)}{\sqrt{Z.Y}/2} \quad (45)$$

bulunur. Aynı şekilde eşdeğer T devresi için (25) denklemiyle (4) denkleminin ve (26) denklemiyle (3) denkleminin karşılaştırılmasından;

$$1 + \frac{Z''.Y''}{2} = \text{Cosh}\sqrt{Z.Y} \quad (46)$$

$$Z''(1 + \frac{Z''.Y''}{4}) = Z \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}} \quad (47)$$

$$Y'' = Y \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}} \quad (48)$$

yazılır. Bu eşitliklerden T devresinin yeni empedans ve admitansları

$$Y'' = Y \frac{\text{Sinh}\sqrt{Z.Y}}{\sqrt{Z.Y}}, \quad \frac{Z''}{2} = \frac{Z}{2} \frac{\tanh \frac{\sqrt{Z.Y}}{2}}{\frac{\sqrt{Z.Y}}{2}} \quad (49)$$

olarak çözülür.

4. GENEL DEVRE SABİTLERİ

Kısa, orta ve uzun hatlar için çıkarılan hat sonu ve hat başı değer denklemlerine dikkat edilirse, katsayılar farklı olmak üzere kalıp olarak aynıdırlar. Örneğin hat başı değerleri;

$$E_s = A \cdot E_R + B \cdot I_R \quad (50)$$

$$I_s = C \cdot E_R + D \cdot I_R \quad (51)$$

şeklinde yazılabilir. Buradaki A, B, C, D değerlerine "genel devre sabitleri" denir. Bu sabitlerin değerleri (50), (51) denklemleriyle kısa, orta ve uzun hatların ilgili denklemleri karşılaştırılarak bulunur. Bu değerler tablo-1'de özet olarak verilmiştir. Genel devre konstantları arasında bilinmesi faydalı olan

$$A \cdot D - B \cdot C = 1 \quad (52)$$

bağıntısı vardır. Bu denklem çözüm sonucu bulunan katsayıların doğruluğunun kontrolü bakımından önemlidir. (50) ve (51) denklemlerinden hat sonu değerleri

$$E_R = D \cdot E_s - B \cdot I_s \quad (53)$$

$$I_R = A \cdot I_s - C \cdot E_s \quad (54)$$

şeklinde yazılabilir. Şunuda belirtmekte yarar vardır ki bir iletim hattında $A=D$ ise bu iletim hattına "Simetrik iletim hattı" denir. Yani bu iletim hattına başından yada sonundan bakılırsa aynı karakteristikleri gösterir.

TABLO-1
BASIT DEVRELERE AIT GENEL DEVRE KONSTANTLARI

Devre No	Devre Tipi	Genel Devre Konstantlarının Değerleri			
		A	B	C	D
1	Empedans 	1	Z	0	1
2	Admitans 	1	0	Y	1
3	T devresi 	$1 + Z_S Y$	$Z_S + Z_R + Z_S Z_R Y$	Y	$1 + Z_R Y$
4	Π Devresi 	$1 + Z Y_R$	Z	$Y_S + Y_R + Z Y_S Y_R$	$1 + Z Y_S$
5	Uzun Tasima Hattı Her Boyunca Dağılım Düşünümler Z ve Y 	$\text{Cosh} \sqrt{ZY} = 1 + \frac{ZY}{2} + \frac{Z^2 Y^2}{24} + \dots$	$\frac{Z \text{Sinh} \sqrt{ZY}}{\sqrt{ZY}} = Z \left(1 + \frac{ZY}{6} + \frac{Z^2 Y^2}{120} + \dots \right)$	$\frac{Y \text{Sinh} \sqrt{ZY}}{\sqrt{ZY}} = Y \left(1 + \frac{ZY}{6} + \frac{Z^2 Y^2}{120} + \dots \right)$	$\text{Cosh} \sqrt{ZY} = 1 + \frac{ZY}{2} + \frac{Z^2 Y^2}{24} + \frac{Z^3 Y^3}{720} + \dots$

$E_S = A E_R + B I_R$, $I_S = D I_R + C E_R$, $E_R = D E_S - B I_S$, $I_R = A I_S - C E_S$, $AD - BC = 1$

BÖLÜM-II

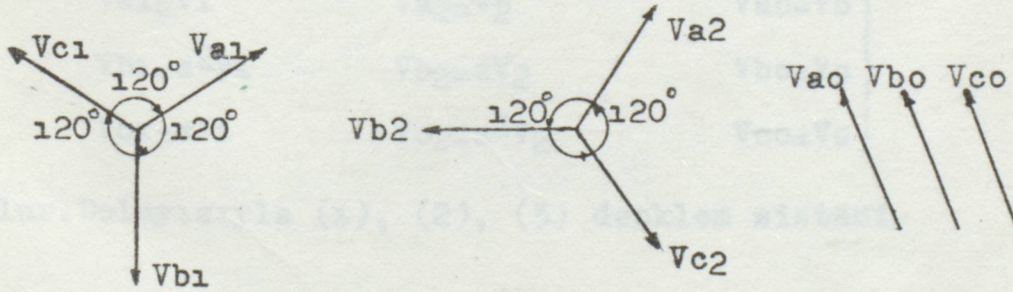
İLETİMDE SİMETRİSİZLİKLER

GİRİŞ:

Günümüzde elektrik enerjisi genellikle üç fazlı olarak üretilir, taşınır ve sarfedilir. Bilindiği gibi üç fazlı dengeli sistemde akım ve gerilim fazörleri birbirinden 120 derece faz farklı ve büyüklükleri ise birbirine eşittir. Fakat alternatörlerin simetrik gerilim üretmemesi, hatların geometrik konumları, yüklerin simetrik olmayışı ve çeşitli arızalar sebebiyle sistemin simetrisi bozulabilir. Bunlardan alternatörlerin simetrik gerilim üretmemesi durumuna çok az rastlanır. Hatların geometrik konumlarından dolayı hattın empedansının her fazda simetrik olmaması hali ise, hatlarda yapılan çaprazlama ile ortadan kaldırılır. Şimdi biz dengesiz yüklerden ve arızalardan kaynaklanan simetrisizlikleri inceleyeceğiz. Bunun için de simetrik bileşenler yöntemini kısaca açıklayalım.

1. SİMETRİLİ BİLEŞENLER

Dengesiz bir sistemi dengeli sistemlere ayırarak, bunlara; dengeli sistemlere uygulanan çözüm metodlarını uygulamak için simetrik bileşenler yöntemi geliştirilmiştir.



Pozitif dizi

Negatif dizi

Sıfır dizi

Şekil-8

Dengesiz bir üç fazlı sistemin gerilim fazörleri V_a, V_b, V_c olsun. Bu dengesiz sistem, şekil-8'deki gibi dengeli üç fazlı;

a-) Faz sırası saat yönünde, birbirinden 120 derece faz farklı ve eşit genlikli "pozitif dizi"ye;

b-) Faz sırası saat yönünün tersi, 120 faz farklı ve eşit genlikli "Negatif diziye";

c-) Aralarındaki açı sıfır derece olan eşit genlikli "Sıfır dizi"ye ayrıştırılabilir.

Bu durumda (a) fazı baz alınarak; dengesiz üç fazlı sistemin gerilim fazörleri;

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \quad (1)$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0} \quad (2)$$

$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0} \quad (3)$$

denklemleriyle hesaplanır.

"a" Operatörü:

"a" operatörü tıpkı (j) operatörü gibidir. Çarpıldığı vektörü büyüklüğünü değiştirmeden saat yönünün ters yönünde 120° kaydırır.

$$a = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

$$a^2 = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (5)$$

Burada, $V_{a1}=V_1$, $V_{a2}=V_2$, $V_{a0}=V_0$ dersek ve "a" operatörünü kullanırsak;

$$\left. \begin{array}{lll} V_{a1}=V_1 & V_{a2}=V_2 & V_{a0}=V_0 \\ V_{b1}=a^2V_1 & V_{b2}=aV_2 & V_{b0}=V_0 \\ V_{c1}=aV_1 & V_{c2}=a^2V_2 & V_{c0}=V_0 \end{array} \right\} \quad (6)$$

olur. Dolayısıyla (1), (2), (3) denklem sistemi-

$$\left. \begin{array}{l} V_a = V_0 + V_1 + V_2 \\ V_b = V_0 + a^2V_1 + aV_2 \\ V_c = V_0 + aV_1 + a^2V_2 \end{array} \right\} \quad (7)$$

yada;

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. Yada;

$$\tilde{V}_{abc} = [T] \cdot \tilde{V}_{012} \quad (9)$$

yada;

$$\begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\tilde{V}_{012} = \frac{1}{3} \cdot [T]^{-1} \cdot \tilde{V}_{abc} \quad (11)$$

Bileşenler üzerine empedans etkisi ise,

$$\tilde{V}_{abc} = [Z_{abc}] \cdot \tilde{I}_{abc} \quad (12)$$

dir. Burada Z_{abc} ; empedans matrisi olmak üzere;

$$[T] \cdot \tilde{V}_{012} = [Z_{abc}] \cdot [T] \cdot \tilde{I}_{012} \quad (13)$$

\tilde{V}_{012} yalnız bırakılırsa,

$$\tilde{V}_{012} = [T]^{-1} \cdot [Z_{abc}] \cdot [T] \cdot \tilde{I}_{012} \quad (14)$$

olur. Buradaki $[Z_{012}]$

$$[Z_{012}] = [T]^{-1} \cdot [Z_{abc}] \cdot [T] \quad (15)$$

şeklinde tanımlanırsa,

$$\tilde{V}_{012} = [Z_{012}] \cdot \tilde{I}_{012} \quad (16)$$

yazılır. Ayrıca

$$S_{3\phi} = \tilde{V}_{abc} \cdot \tilde{I}_{abc} \quad (17)$$

olduğundan;

$$S_{3\phi} = \left[[T] \cdot \tilde{V}_{012} \right]_t \cdot \left[[T] \cdot \tilde{I}_{012} \right]^* = \tilde{V}_{012} \cdot [T]_t \cdot [T]^* \cdot I_{012}^* \quad (18)$$

yazılır. Diğer yandan

$$[T]_t \cdot [T]^* = 3 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (19)$$

olduğu dikkate alınır

$$S_{3\phi} = 3 \cdot \tilde{V}_{012} \cdot I_{012}^* = 3 \left[V_0 \cdot I_0^* + V_1 \cdot I_1^* + V_2 \cdot I_2^* \right] \quad (20)$$

denklemleri elde edilir.

2. BİLEŞEN DEVRELERİNİN ÇIKARILMASI

Bir elektrik sisteminin pozitif, negatif ve sıfır dizi bileşen devreleri çıkarılabilir.

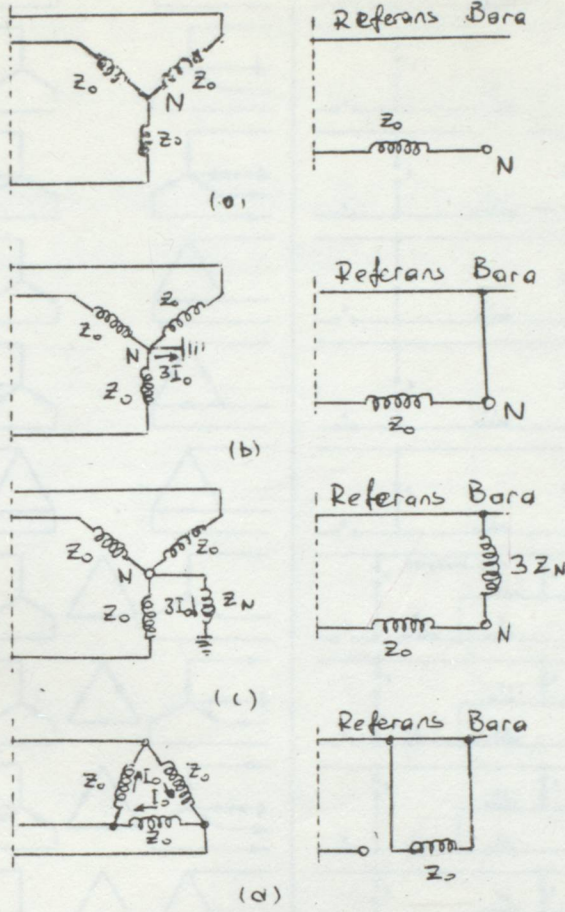
Pozitif dizi bileşen devresinde kaynakların emk'i, empedans, akım ve gerilimlerin sadece pozitif bileşenleri vardır.

Negatif ve sıfır bileşen devrelerinde emk bulunmayıp empedans, akım ve gerilimlerin negatif ve sıfır bileşen değerleri vardır.

a-) Pozitif ve Negatif Bileşen Devreleri

Generatörlerin pozitif bileşen devresindeki reaktansı, denge-sizlikten sonraki zamana bağlı olarak, subtransient, transient, yada senkron reaktansıdır. Bu çalışmada senkron reaktans alınmıştır.

Bileşen devresi bir faz ile referans bara arasında çıkarılır. Pozitif ve negatif bileşen devrelerinde generatör ve motorların yıldız noktaları referans baraya bağlıdır. Trafoların yıldız yada üçgen olmasının bir önemi yoktur.



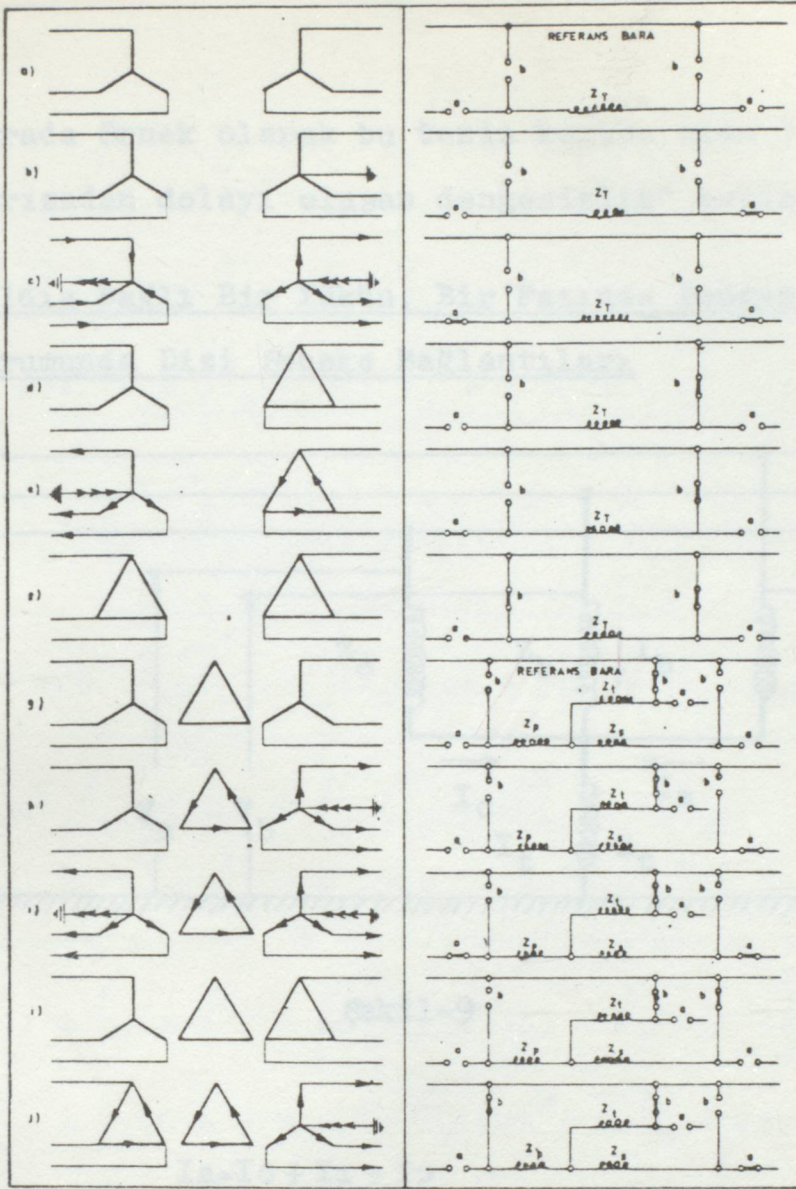
Tablo-2: Y-Δ bağlı yüklerin sıfır bileşen devreleri.

b-) Sıfır Bileşen Devreleri

Sıfır bileşen akımları eğer sistemde bir dönüş yolu varsa akarlar, Hatlardan sıfır bileşen akımları akıyorsa, empedansın ucu dış devreye bağlıdır. Aksi takdirde açıktır.

Sıfır bileşen akımlarının sargı içinde dolaşma olanağı varsa, empedansın ucu referans baraya bağlıdır. Aksi takdirde bağlı değildir. Motor yada generatörlerin yıldız noktaları bir empedans üzerinden topraklanmış ise, toprak arızalarında toprağa bir sıfır bileşen akımı aktığından ($I_n = 3I_{a0} = 3I_{b0} = 3I_{c0}$); nötr empedansı yalnız sıfır bileşen devresinde, üç katı değeriyle ve faz empedansına seri bağlanmış olarak referans baraya bağlanır.

Yukarıdaki tabloda Y-Δ bağlı yüklerin sıfır bileşen devreleri görülmektedir.



Tablo-3: Yaygın kullanılan transformatörlerin eşdeğer sıfır bileşen devreleri.

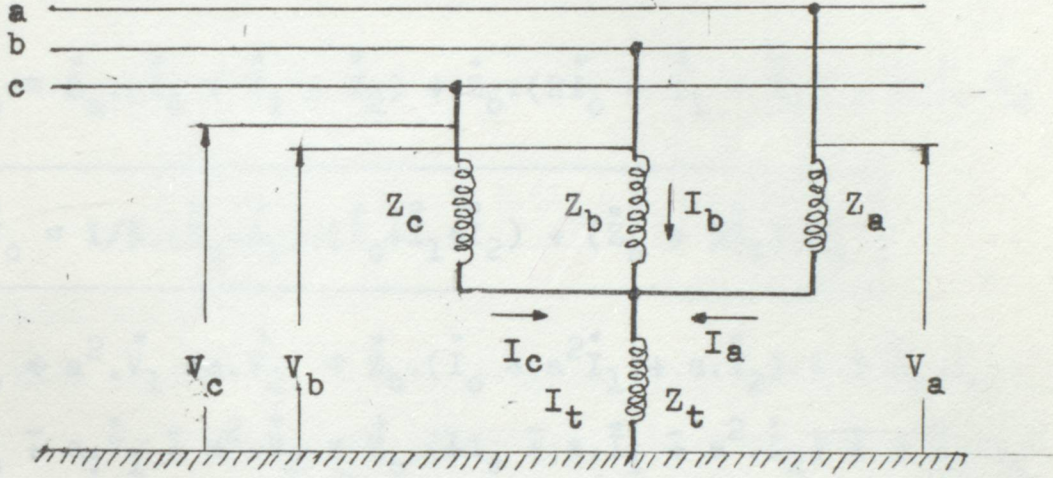
Yukarıdaki tabloda da çeşitli bağlantı gruplarındaki trafoların sıfır bileşen devreleri görülmektedir. Trafo devreleri üzerindeki oklar sıfır bileşen akımlarının yönlerini ve varlığını gösterir.

3. SİMETRİSİZ DURUMLAR

İletimde dengesiz yüklenme yada arıza nedeniyle, simetrisiz durumlar oluşabilir. Simetrisizlik en fazla arızalarda belirgindir. Bu arızalar faz-toprak, faz-faz, iki faz-toprak vb. olabilir. Dizi şebekeleriyle işlem yapılırken oluşan arızaya ait denklemleri verecek dizi şebeke bağlantısı oluşturularak, arızaya ait simetrikli bileşen akım, gerilim yada güç değerleri bulunur ve bu değerlerden gerçek değerlere geçilir.

Burada örnek olarak bu tezin konusu olan "bir yükün bir fazındaki arızadan dolayı oluşan dengesizlik" halini inceleyelim.

Yıldız Bağlı Bir Yükün, Bir Fazında Dengesizlik Olması
Durumunda Dizi Sebeke Bağlantıları



Şekil-9

$$I_a = I_0 + I_1 + I_2$$

$$I_b = I_0 + a^2 I_1 + a I_2$$

$$I_c = I_0 + a I_1 + a^2 I_2$$

$$I_t = I_a + I_b + I_c = 3I_0$$

$$V_a = Z_a \cdot I_a + I_t \cdot Z_t = V_0 + V_1 + V_2$$

$$= Z_a (I_0 + I_1 + I_2) + 3 \cdot I_0 \cdot Z_t$$

$$V_b = Z_b \cdot I_b + I_t \cdot Z_t = V_0 + a^2 \cdot V_1 + a V_2$$

$$= Z_b (I_0 + a^2 \cdot I_1 + a \cdot I_2) + 3 \cdot I_0 \cdot Z_t$$

$$V_c = Z_c \cdot I_c + I_t \cdot Z_t = V_0 + a \cdot V_1 + a^2 \cdot V_2$$

$$= Z_c (I_0 + a \cdot I_1 + a^2 \cdot I_2) + 3 \cdot I_0 \cdot Z_t$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V_0 değerini yerine koyarsak;

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

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

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

$$2V_1 = 2/3 \cdot Z_a (I_0 + I_1 + I_2) - 2/3 \cdot Z_b (I_0 + I_1 + I_2) + 2 \cdot Z_b \cdot I_1$$

$$V_1 = 1/3 \cdot (Z_a - Z_b) \cdot (I_0 + I_1 + I_2) + Z_b \cdot I_1$$

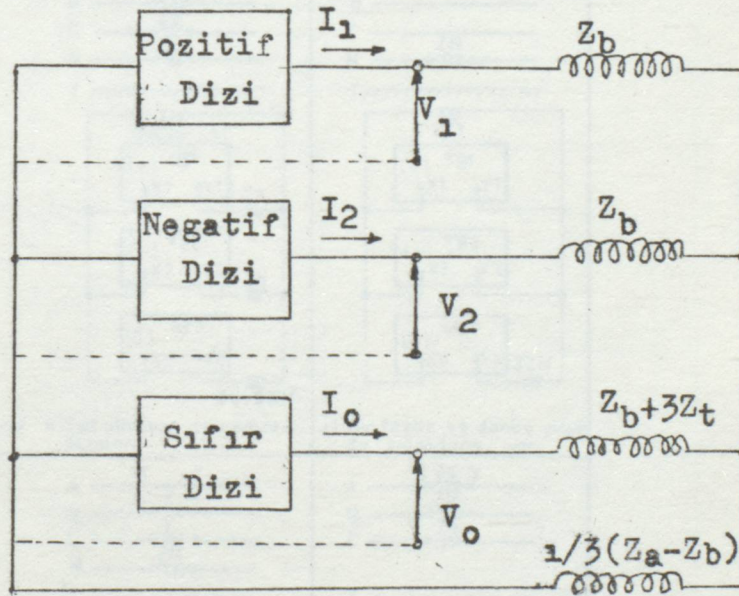
$$V_0 + V_1 + V_2 = Z_a (I_0 + I_1 + I_2) + 3 \cdot I_0 \cdot Z_t$$

denklemindeki V_0 , V_1 değerleri yerine konursa,

$$V_2 = 1/3 \cdot (Z_a - Z_b) \cdot (I_0 + I_1 + I_2) + Z_b \cdot I_2$$

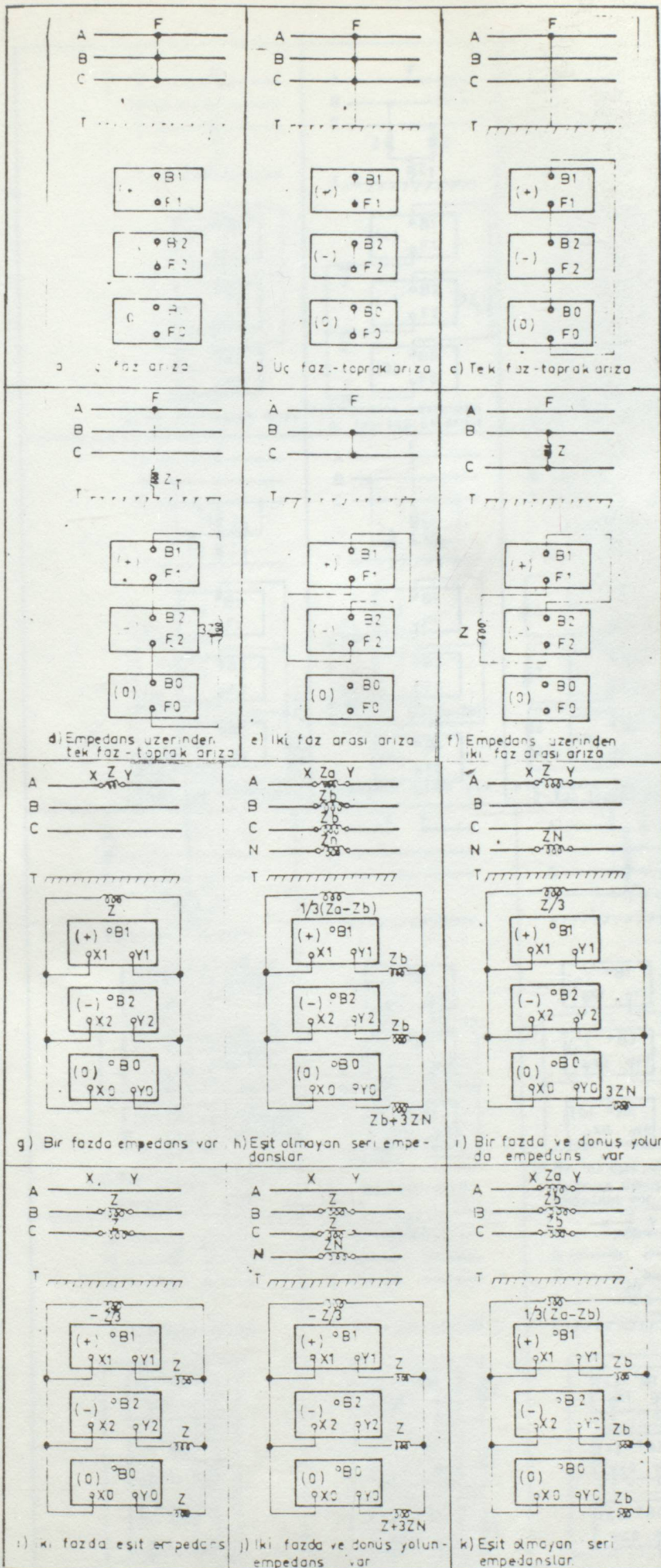
denklemini bulunur.

Elde edilen V_0 , V_1 , V_2 denklemlerini verecek dizi şebeke bağlantısı ise aşağıdaki gibi olmalıdır. İlerde bu bağlantıyı hesaplamalarda kullanacağız.

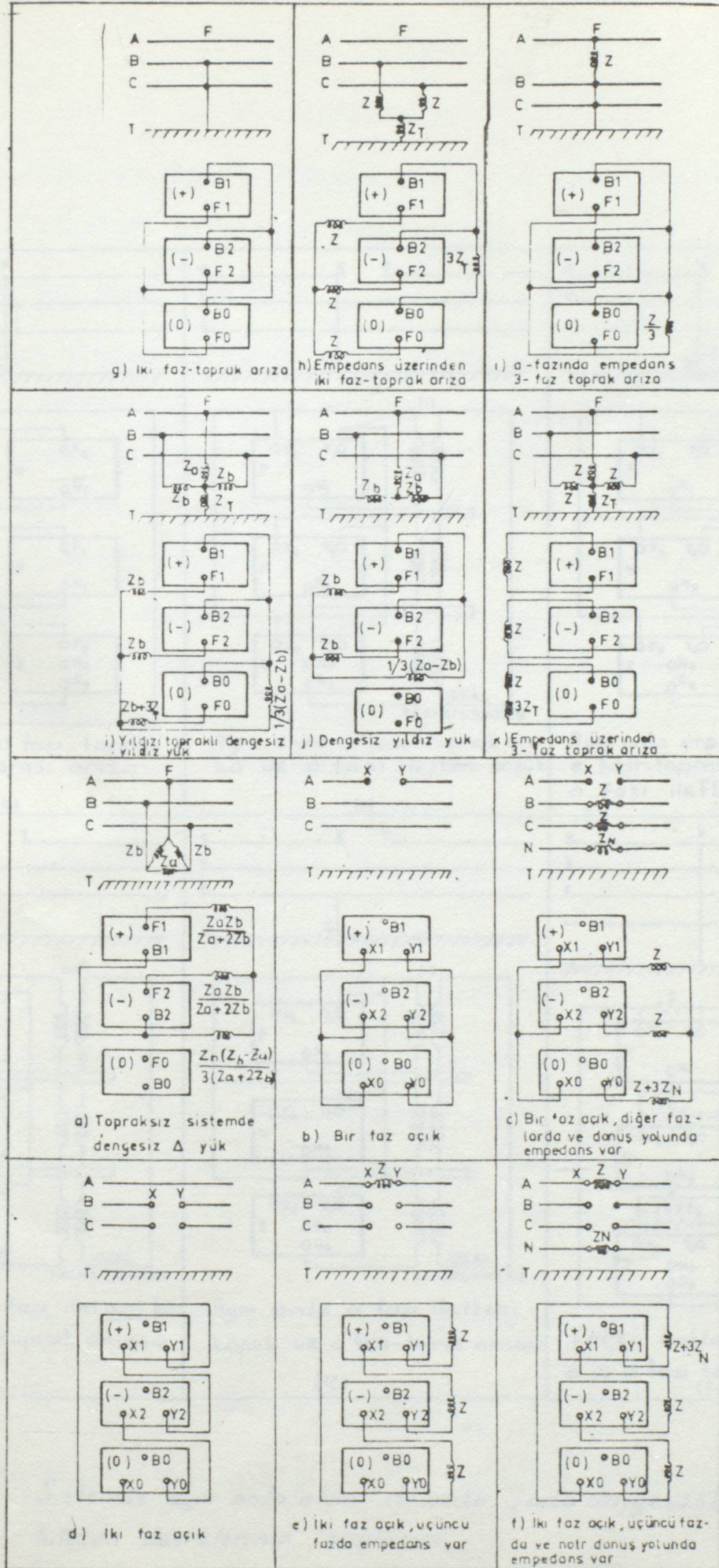


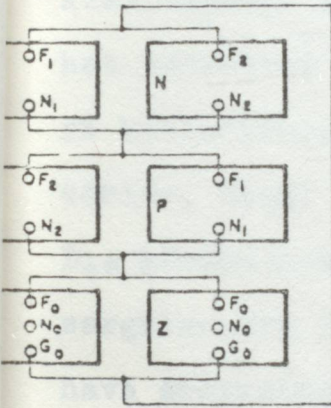
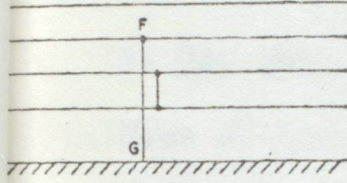
şekil-10

Çeşitli arıza şekillerine gre dizi bileşen devrelerinin nasıl birleştirileceği tablo-4'de gsterilmiştir.



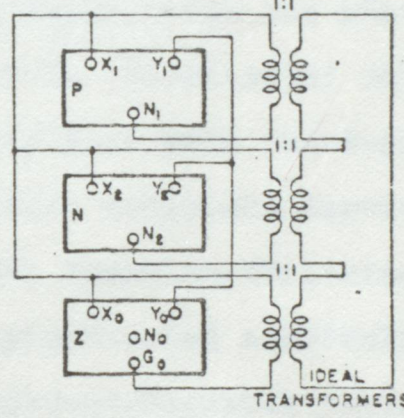
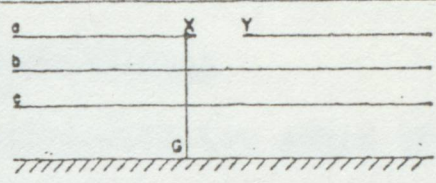
blo-4: Arıza ve dengesizliklerin bileşen devrelerinin bağlantısı
 F₁: arıza noktası, B₁ referans bara, (+), (-), (0): Pozitif, negatif, sıfır bileşen devreleri





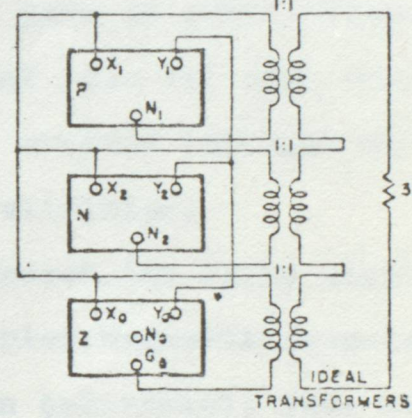
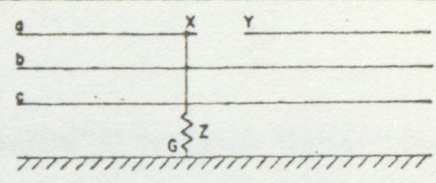
aynı anda a fazı-toprak
b-c faz arası arıza

(a)



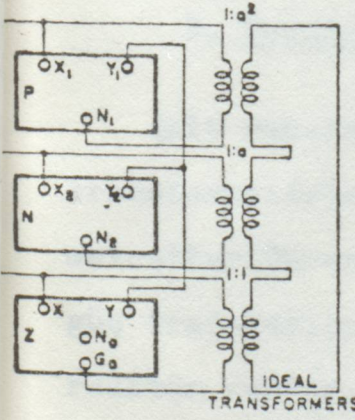
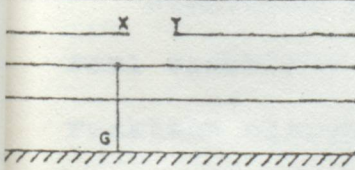
Aynı anda a fazı-toprak arıza
ve a fazı iletkeni kopuk

(b)



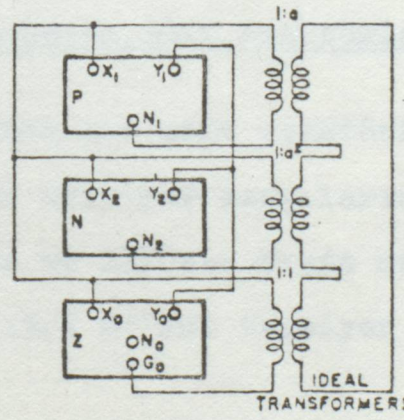
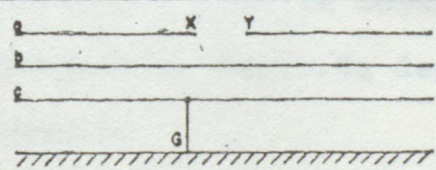
Aynı anda empedans üzerinden
a fazı-toprak arıza ve
a fazı iletkeni kopuk

(c)



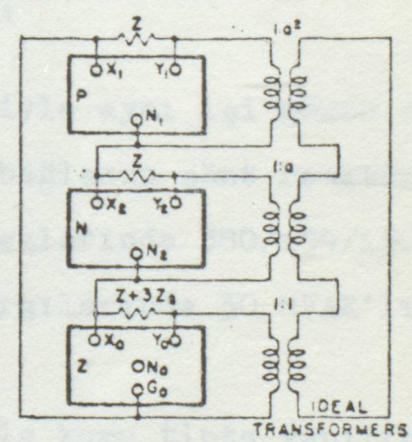
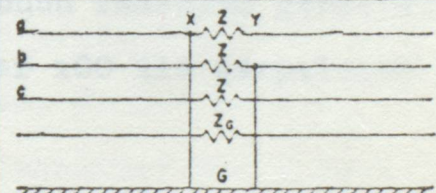
aynı anda a fazı iletkeni kopuk
ve b fazı toprak arızası

(d)



Aynı anda a fazı iletkeni
kopuk ve c fazı-toprak arızası

(e)



Farklı noktalarda aynı anda
a ve b fazı toprak arızaları var

(f)

Tablo-4 Sistemde aynı anda olan iki arıza yada dengesizlik durumunda bileşen devrelerinin bağlantısı

İdeal Transformer: Kayıpları sıfır kabul edilen ideal faz kaydırıcı trafo

III. BÖLÜM

REAKTÖRLER

Reaktörler, kullanıldıkları yerlere göre çeşitli tiplerde yapılırlar. Bunları sırasıyla inceleyelim.

1. Hat Şönt Reaktörleri:

Uzun iletim hatlarında hat yüklü olduğunda, hattın kapasitif etkisi faydalı etki yapar. Ancak hat yüksüz yada az yüklü olduğunda hat sonundaki gerilim yükselmesini önlemek için hat şönt reaktörleri kullanılır. Fazlararsı yada faz-toprak arasına bağlanan bu reaktörler, düşük yükleme esnasında servise alınırlar.

Dış görünüşleri güç transformotörlerine benzer. Tek farkı sekonder sargılarının olmayışdır. Yağ soğutmalıdırlar. Magnetik devrelerinde hava aralıkları bulunur. Magnetik devrenin çekirdeksiz yada hava aralıklı olması onların gücünü artırmakta ve doymamayı sağlamaktır.

Reaktörün uçlarındaki gerilim düşümünün faz-nötr gerilimine oranı reaktörün reaktansını verir. Bu değer 100 ile çarpılarak yüzde reaktans olarak okunur.

2. Tersiyer Sargı Şönt Reaktörleri:

Şalt sahalarında hat şönt reaktörleriyle aynı işi gören fakat, transformotörlerin tersiyer sargılarına bağlanan şönt reaktörler mevcuttur. Ümraniye ve Gölbaşı trafo merkezlerinde 380/154/15.8 kV güç trafolarının 15.8 kV'luk tersiyer sargılarında 30 MVAR'lık şönt reaktör vardır.

Tersiyer sargı şönt reaktörleri genellikle kuru tipte yapılırlar.

3. Akım Sınrlayıcı Reaktörler:

Güç sistemlerinde kısa devre akımını sınırlamak için kullanılan reaktörlerdir.

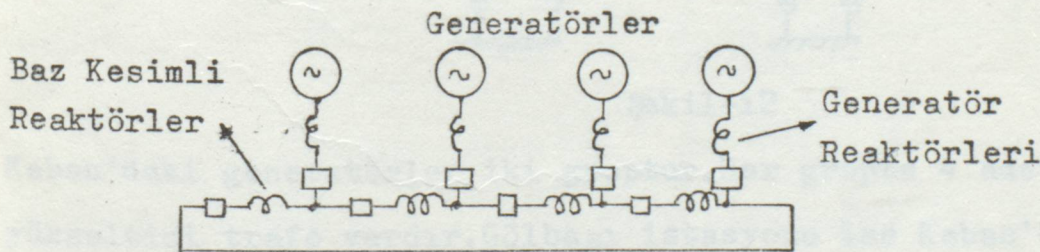
Kısa devre akımının sınırlanması, güç sistemindeki elemanların termik ve dinamik zorlanmalardaki tahribatı azaltır. Ayrıca daha düşük kapasiteli elemanların seçimi dolayısıyla ekonomik yönden yararlıdır. Açık hava kuru tipleri 15 kV'a, kapalı yer kuru tipleri 34,5 kV'a kadar yapılırlar. Yağ yalıtımlı olanlar ise her voltaj derecesi için imal edilebilirler. Akım sınırlayıcı reaktörler kullanıldıkları yerlere göre birkaç çeşittir.

a-) Fider Reaktörleri:

Bu reaktörler bir baradaki fiderlerin üzerine konur. Genellikle kesiciden hemen sonra monte edilir.

b-) Generatör Reaktörleri: Herhangibir dağıtım barasını besleyen generatörlerin önünde bulunurlar. Generatörlerdeki iç arızalardaki dağıtım bazını korurlar.

c-) Baz Kesimli Reaktörler: Bu reaktörlerin kullanılmasının temel amacı bazın kısımlara ayrılarak, her kısma bir reaktör ve bir kesici koyarak, baz üzerindeki bir noktada oluşan arızada sadece o kısmı devre dışı bırakmaktır. Kısa devre akımının azaltılması ile de stabiliteyi sağlamaktır.



Şekil-11

d-) Nötr Reaktörleri: Bu reaktörler sistemin nötr noktasıyla toprak arasına bağlanırlar. Tek faz-toprak arızalarında yan etki oluşturmaksızın kısa devre akımı bu yöntemle küçültülebilir.

Bu tip reaktörlerin yerine rezistans da kullanılabilir.

BÖLÜM IV

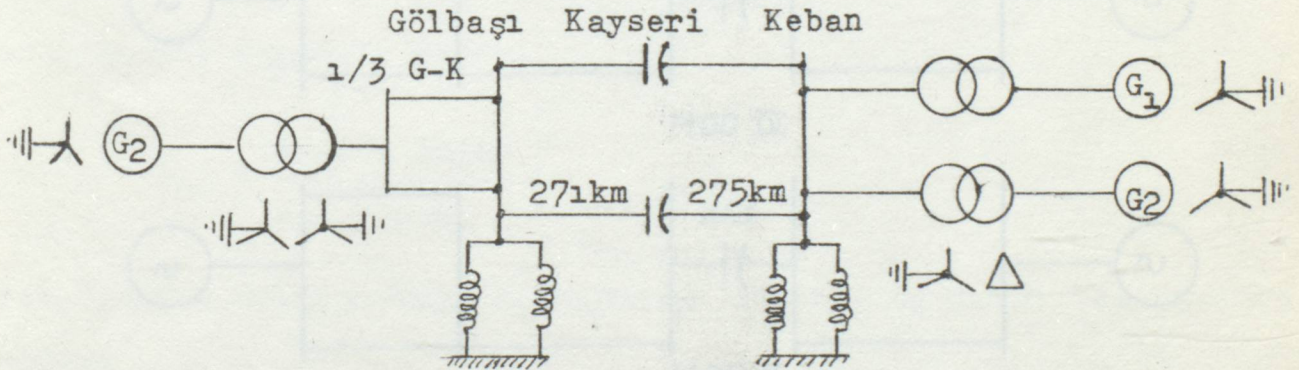
YAPILAN ÇALIŞMA

1. Çalışmanın Gayesi:

İletim hatları tesis edilirken sistemde oluşabilecek her türlü arıza göz önünde tutulur. Bunun için aparatların seçimiyle ilgili bilgiler hesaplanmalıdır. Bu çalışmada Gölbaşı-Keban istasyonları arasında kurulu iletim hattı örnek alınarak, Keban'da kurulu hat şönt reaktörlerinin" bir fazında oluşabilecek arızaların, belli noktalardaki akım ve gerilim değerleri üzerindeki etkisi incelenecektir.

2. Örnek Sistemin Tanıtılması:

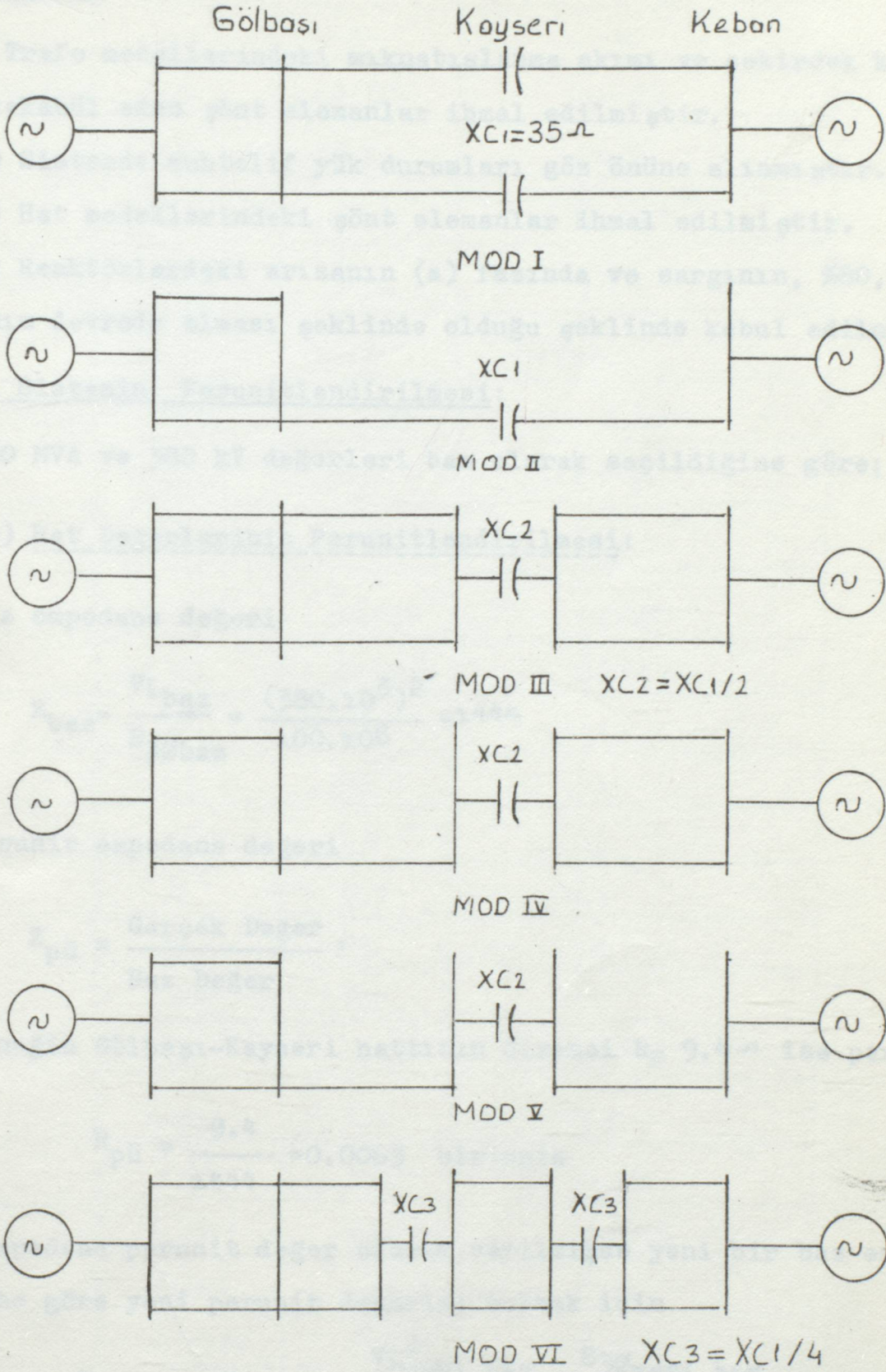
Keban-Gölbaşı hattı 380 kV çalışma geriliminde ve iki paralel hattır. Hattın uzunluğu, Gölbaşı-Kayseri 271; Kayseri-Keban 275 km olmak üzere toplam 546 km'dir. Hatta Kayseri'de, 35 Ω , 1050A değerinde seri kapasitörler bağlanmıştır. Bu kapasitelerin değeri ve bağlantı şekli her modda değişiktir.



Şekil-12

Keban'daki generatörler iki gruptur. Her grupta 4 adet generatör-yükseltici trafo vardır. Gölbaşı istasyonu ise Keban'daki 2. grup generatörlerle aynı özellikteki 5 adet generatör-trafo grubu ve; Gölbaşı-Kayseri hattınının 1/3 ü uzunluğundaki bir hatı eşdeğer olarak gösterilmiştir. Gölbaşı ve Keban'da 120 MVAR'lık, yıldız bağlı, yıldız noktası direk topraklı iki adet şönt reaktör bulunmaktadır.

3. Keban-Gölbası Hattının İncelenen Modelleri:



Sekil-13 Gölbası - Keban hattının incelenen modelleri

4. Kabuller:

a-) Trafo modellerindeki mıknatıslanma akımı ve çekirdek kayıplarına tekabül eden şönt elemanlar ihmal edilmiştir.

b-) Sistemde muhtelif yük durumları göz önüne alınmıştır.

c-) Hat modellerindeki şönt elemanlar ihmal edilmiştir.

d-) Reaktörlerdeki arızanın (a) fazında ve sargının, %80, % 40, % 0'ının devrede olması şeklinde olduğu şeklinde kabul edilmiştir.

5. Sistemin Perunitlendirilmesi:

100 MVA ve 380 kV değerleri baz olarak seçildiğine göre;

a-) Hat Değerlerinin Perunitlendirilmesi:

Baz empedans değeri

$$Z_{\text{baz}} = \frac{V_{L\text{baz}}^2}{S_{3\phi\text{baz}}} = \frac{(380 \cdot 10^3)^2}{100 \cdot 10^6} = 1444$$

dür . Perunit empedans değeri

$$Z_{\text{pü}} = \frac{\text{Gerçek Değer}}{\text{Baz Değer}}$$

dir. Örneğin Gölbaşı-Kayseri hattının direnci $R = 9.4 \Omega$ ise perunit değeri

$$R_{\text{pü}} = \frac{9.4}{1444} = 0.0065 \text{ birimsiz}$$

Eğer empedans perunit değeri olarak verilmişse yeni bir baz empedans değerine göre yeni perunit değerini bulmak için

$$Z_{\text{püyeni}} = Z_{\text{püeski}} \cdot \frac{V_{L\text{eski baz}}^2 \cdot S_{3\phi\text{yeni baz}}}{S_{3\phi\text{eski baz}} \cdot V_{L\text{yeni baz}}^2}$$

formülü kullanılır.

STASYON ADI	KEBAN		GÖLBASI (Thevenin Eşdeğeri)
Generatör No:	1-4	5-8	1-5
Nominal Güç (MVA)	175	201.25	201.25
Cos ϕ	0.9	0.9	0.9
Hız (rpm)	166.7	166.67	166.67
Nominal Gerilim (kV)	14.4	14.4	14.4
G_b^2 (tm ²)	16016	18500	18500
H. (MW sec)/MVA	3.5	3.52	3.52
X_d (%)	92/83 ^b	87/81 ^b	87/81
X_q (%)	70	61/57 ^b	61/57
X_d' (%)	29	32/30 ^b	32/30
X_q' (%)	70	61/57 ^b	61/57
X_d'' (%)	19	22	22
X_q'' (%)	22	24	24
X_2 (%)	20.5	23	23
X_0 (%)	11	8.5	8.5
X_p (%)	21	25	25
T_{d0} (Sec)	6.01	72	72
$T_{d'}$	2.1	2.65	2.65
$T_{d''}$	0.032	0.04	0.04
$T_{d''}$	0.02	0.027	0.027
T_{q0}''	0.0827	0.1425	0.1425
T_q''	0.026	0.06	0.06
T_a	0.0277	0.24	0.24
T_A	7.77	7.82	7.82

Tablo-5: Sistem için gerekli veriler

	Gölbasi-Kayseri	Kayseri- Keban
Uzunluk (km)	271	275
Gerilim (kv)	380	380
R (ohm)	9,4	9,5
Cross Section	R2x945	R2 x 945
X (ohm)	85,3	86,5
Y (mho)	937,0	950,0
R ₀ (ohm)	49,6	50,3
X ₀ (ohm)	312,1	316,7
Y (mho)	481,2	488,3

YÜKSELTİCİ TRANSFORMATÖR VERİLERİ

Faz No	1	1	1
Bağlantı Grubu	Yn01	Yn01	Yn01
Nominal Güç (MVA)	3x60,3	3x60,3	3x60,3
Basta çalışma oranı	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-5 : Sistem için gerekli hat verileri

b-) Trafo Empedansının Perunitlendirilmesi:

Tablo-4'deki değerlere göre işlem yaparsak

$$X_{tpü} = Z \cdot \frac{S_{30_{baz}}}{S_{30_t}} = 0,11 \cdot \frac{100}{3.60,3} = 0,0608$$

c-) Generatör ve Transformotör Gruplarının Komple

Perunit Değerlerinin Bulunması:

c1-) Keban Grubunun Perunitlendirilmesi:

c.1.1-) Pozitif Dizi Bileşen Değerinin Bulunması:

Keban'daki 1. grup generatörlerin senkron reaktansının boyuna bileşeninin (X_d) perunit değeri

$$X_{d(I)pu} = X_{d(I)} \cdot \frac{S_{30_{baz}}}{S_{30_{gen}}} = 0,92 \cdot \frac{100}{175} = 0,52571$$

ikinci grup generatörlerin senkron reaktansının boyuna bileşeninin perunit değeri

$$X_{d(II)pu} = 0,87 \cdot \frac{100}{201,25} = 0,43229$$

olarak hesaplanır. Herbir generatörün çıkışı yükseltici trafoya verildiğinden ve her iki grupta dörderli paralel olduğundan

$$0,52571 + 0,0608 = 0,58651, \quad 0,58651 + 4 = 0,146627$$

$$0,43229 + 0,0608 = 0,49309, \quad 0,49309 + 4 = 0,123272$$

bulunur. Her iki grup birbirine paralel olduğundan

$$GP2. = \frac{0,146627 \cdot 0,123272}{0,146627 + 0,123272} = 0,0669697$$

değeri hesaplanır.

c.1.2-) Negatif Dizi Bileşen Değerinin Bulunması:

Pozitif dizi bileşen değerinin bulunması için takip edilen yol aynen takip edilirse

$$GN2 = \frac{0,0444 \times 0,04377}{0,0444 + 0,04377} = 0,02204$$

değeri bulunur.

c.1.3-) Sıfır Dizi Bileşen Değerinin Bulunması:

$$X_{0(I)pu} = X_{0(I)} \cdot \frac{S_{30baz}}{S_{30gen.}} = 0,11 \cdot \frac{100}{175} = 0,06285$$

$$XX_{0(II)pu} = 0,085 \cdot \frac{100}{201,25} = 0,042236$$

olarak I ve II. grup generatörlerin reaktanslarının sıfır dizi bileşenlerinin perunit değerleri bulunur. Kebandaki trafoların Δ - Δ bağlı olduklarından reaktansları, generatör reaktansları ile toplanmaz; ayrı ayrı düşünülürler.

I. ve II. Dörderli paralel olduklarından

$$0,06285 \div 4 = 0,01571422$$

$$0,042236 \div 4 = 0,010559$$

I. ve II. grup birbirine paralel olduğundan

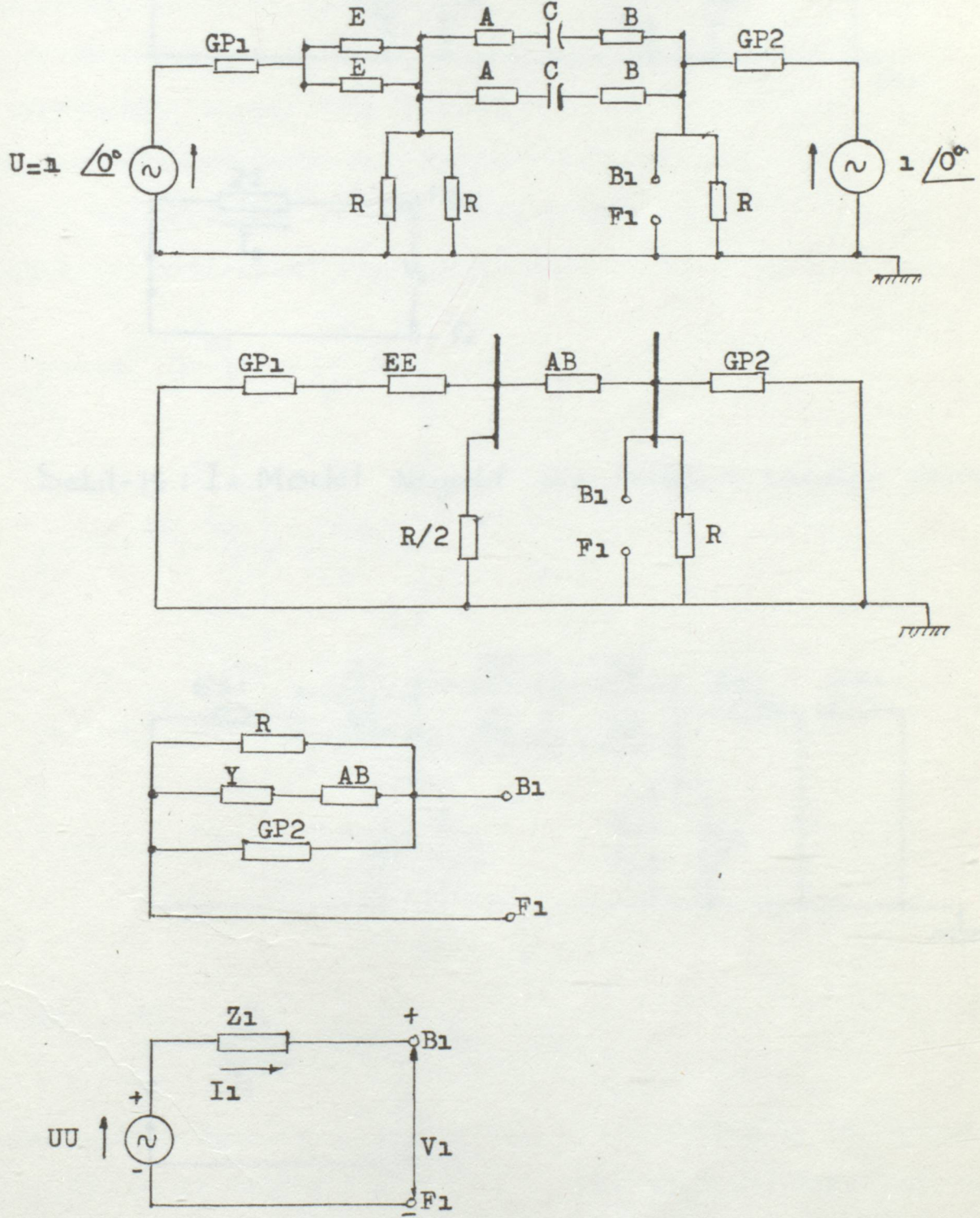
$$GG2 = \frac{0,015714 \times 0,010559}{0,015714 + 0,010559} = 0,00631541$$

bulunur.

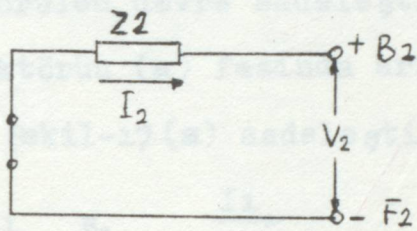
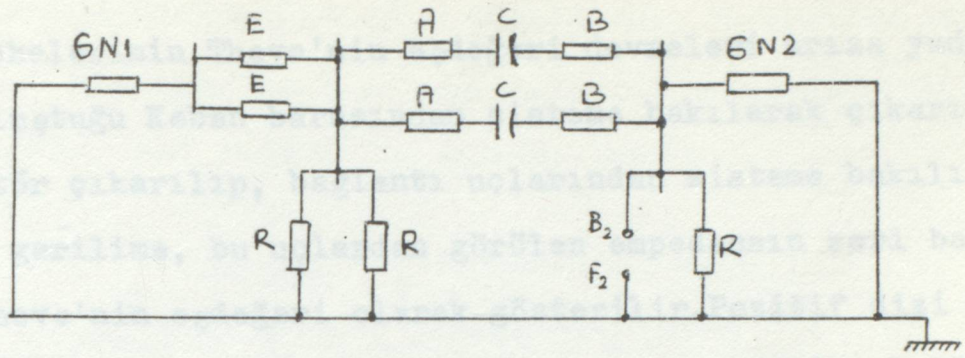
c.2-) Gölbaşı Grubunun Perunitlendirilmesi:

Keban grubunun perunitlendirilmesi için yapılan işlemler aynen Gölbaşı grubu içinde yapılır. Tek fark dörderli iki trafo-generatör grubu yerine; beş adet paralel trafo-generatörden oluşan bir tek grubun olmasıdır. İşlemler buna göre yapılarak GP₁, GN₁, GS₁ değerleri bulunur. Bu şekilde bulunan örnek sisteme ait perunit değerler sayfa 144'deki örnek programda DATA(Bilgi) girişinde kompleks değer olarak verilmiştir.

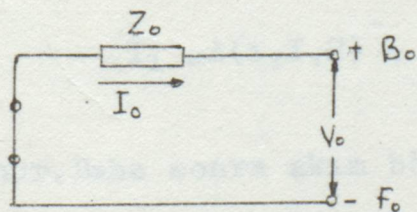
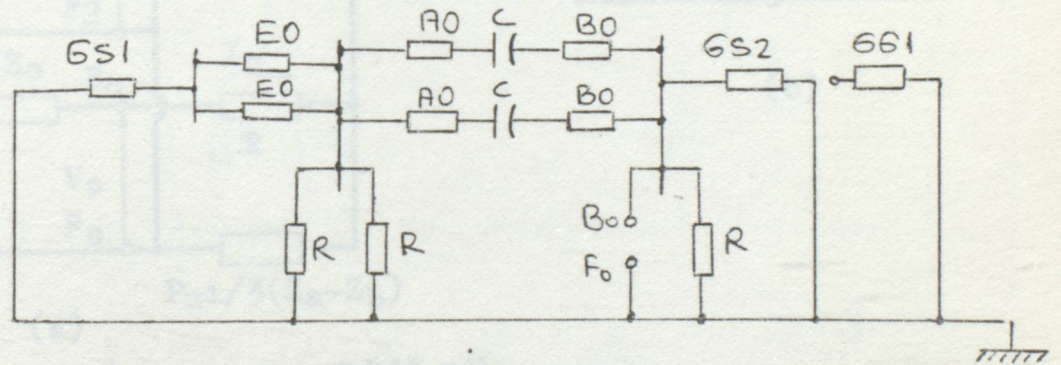
6. Dizi Şebekelerinin Theve'nin Eşdeğeri Devrelerinin Çıkarılmaları ve Birleştirilmeleri:



Şekil-14 : I. MOD İçin Pozitif Dizi Theve'nin Eşdeğeri Devresinin Çıkarılması

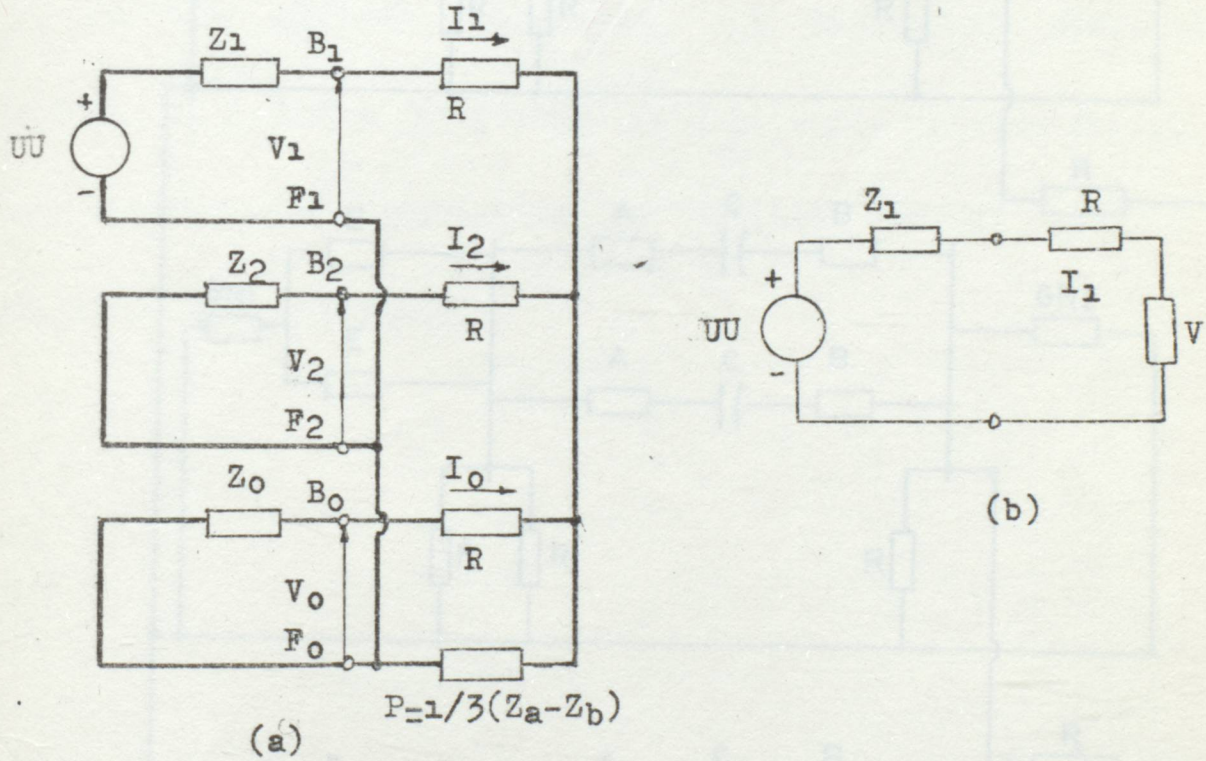


Sekil-15: I. Model Negatif dizi Thevenin esdeger devresi



Sekil-16: I. Model sıfır dizi Thevenin esdeger devresi

Dizi şebekelerinin Theve'nin eşdeğeri devreleri arıza yada den-
gesizliğin oluştuğu Keban barasından sisteme bakılarak çıkarılır.
Arızalı reaktör çıkarılıp, bağlantı uçlarından sisteme bakılır.
Bu uçlardaki gerilime, bu uçlardan görülen empedansın seri bağlan-
dığı devre Theve'nin eşdeğeri olarak gösterilir. Pozitif dizi Theve'
nin empedansını bulmak için kaynaklar kısa devre edilip, bağlantı
uçlarından görülen devre sadeleştirilir. Bu şekilde bulunan dizi şe-
bekeleri reaktörün (a) fazında arıza olması durumunda aşağıdaki gi-
bi bağlanır. Şekil-17(a) sadeleştirilirse şekil-17(b) elde edilir.



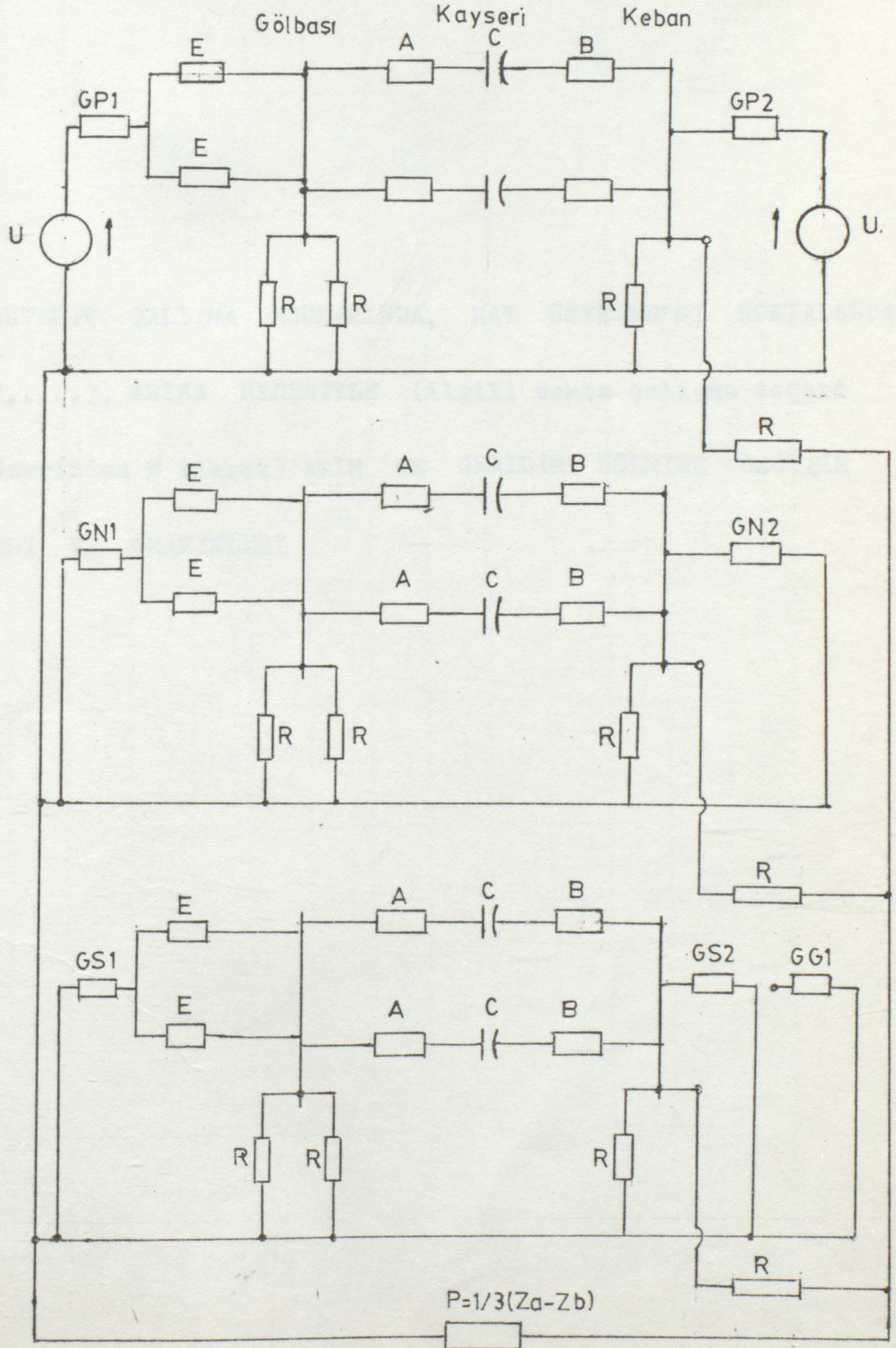
Şekil-17

Buradan

$$I_1 = A(1, I, 2) = \frac{UU}{Z_1 + R + V}$$

olarak bulunur. Daha sonra akım bölme kuralına göre I_2 (programda
 $A(1, I, 3)$) ve I_0 (sayfa-114'deki programda $A(1, I, 1)$) değerleri bulunarak şekil-18'e geçilir. Her kol için akım ve gerilim değerleri hesaplanır.

Gesitli hot modellerine göre dizi sebekelerinin birleştirme şekilleri, sebekte elemanlarının bilgisayar programında kullanılan sembollerinin örnek olarak çizilen birinci hot modeli ile gösterilmesi:



Sekil-18 :

MUHTELİF ÇALIŞMA MODLARINDA, HAT ÜZERİNDEKİ NOKTALARDA (A,B,C,.....), ARIZA NEDENİYLE (ilgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden % olarak) AKIM VE GERİLİM ÜZERİNE DEĞİŞİM ETKİLERİ VE GRAFİKLERİ

MOD-1	V _a	A.E	B.F	C.G	D.H	K	L	V _c
a	80	-12,07	—	—	—	4,17	-0,459	—
	40	-70,34	—	—	—	3,28	-2,69	—
	0	2431,40	—	—	—	326,74	-8999	—
b	80	-4,519	—	—	—	1,204	-0,204	—
	40	-24,34	—	—	—	1,20	-1,20	—
	0	1018,93	—	—	—	63,19	-43,70	—
c	80	-0,26	-0,39	-0,34	-0,46	—	—	-12,07
	40	-1,53	-2,24	-1,98	-2,69	—	—	-70,64
	0	-56,73	-83,04	-73,71	-89,99	—	—	2431,40
d	80	-0,16	-0,19	-0,17	-0,20	—	—	-6,52
	40	-0,935	-1,12	-1,03	-1,20	—	—	-24,34
	0	-35,16	-40,729	-37,75	-43,9	—	—	1018,93

MOD-1	%	A,E	B,F	C,G	D,H	I	J	K	L	Vc
I	80	-12,07	→	→	→	8,32	11,98	24,427	-0,459	
	40	-70,64	→	→	→	48,82	70,29	143,28	-2,69	
	0	2434,40	→	→	→	1815,071	2613,37	5326,74	-99,99	
V	80	-4,519	→	→	→	-0,87	-0,207	-0,204	-0,204	
	40	-24,34	→	→	→	-5,08	-1,20	-1,20	-1,20	
	0	1048,83	→	→	→	48,82	-43,19	-43,19	-43,20	
I	80	-0,26	-0,38	-0,34	-0,46	→	→	→	→	-12,07
	40	-1,53	-2,24	-1,98	-2,69	→	→	→	→	-70,64
	0	-56,73	-83,04	-73,81	-99,99	→	→	→	→	2434,40
V	80	-0,16	-0,19	-0,17	-0,20	→	→	→	→	-4,52
	40	-0,95	-1,12	-1,03	-1,20	→	→	→	→	-24,34
	0	-35,16	-40,829	-37,75	-43,19	→	→	→	→	1048,83

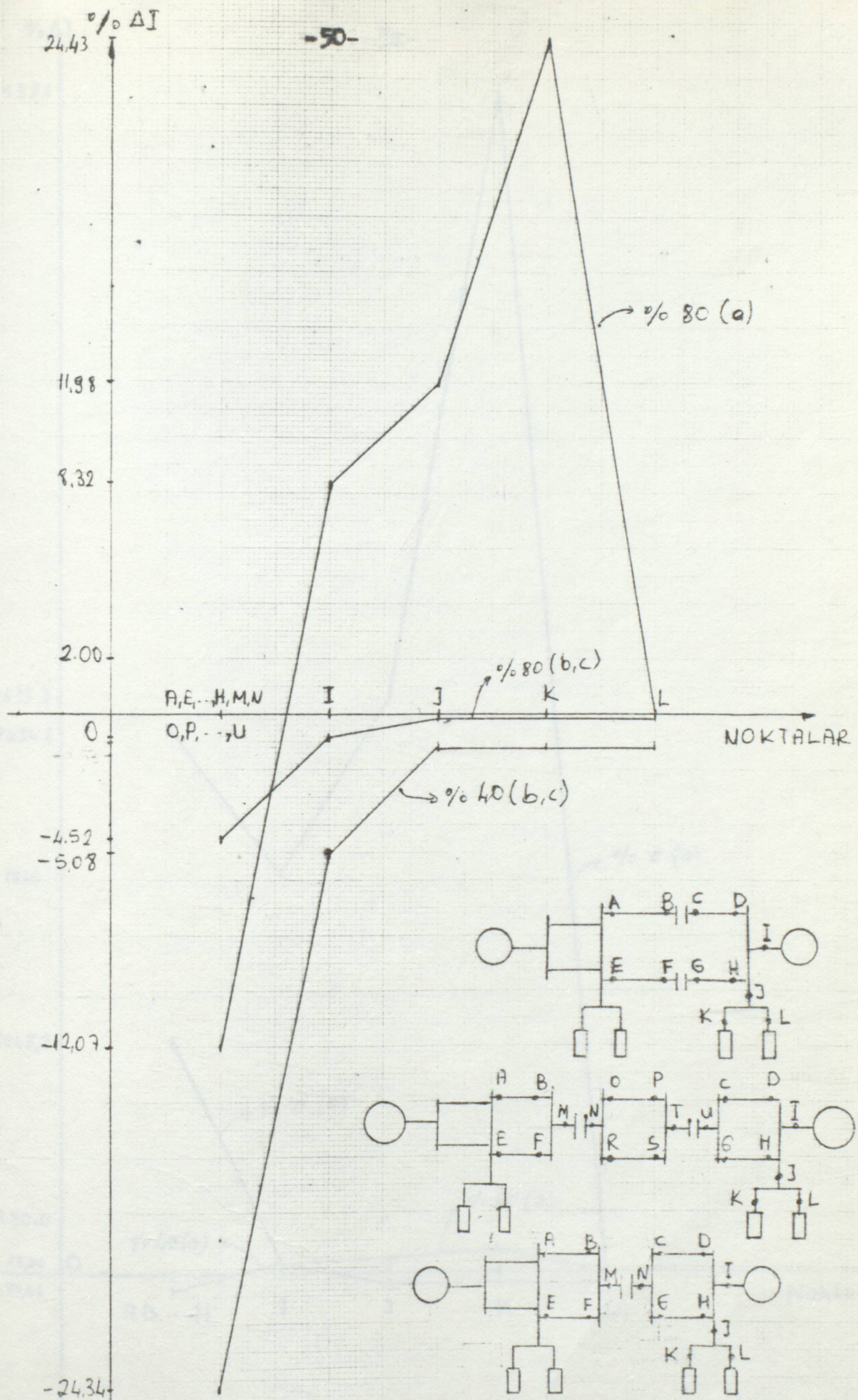
MOD-2	%	E	F	G	H	I	J	K	L	Vc
I	80	-11,31	→	→	→	9,01	11,95	24,39	-0,49	
	40	-66,13	→	→	→	52,76	69,96	142,80	-2,88	
	0	2102,19	→	→	→	1832,48	2429,68	4959,35	-100,00	
V	80	-4,95	→	→	→	-0,84	-0,22	-0,22	-0,22	
	40	-27,20	→	→	→	-4,87	-1,31	-1,31	-1,31	
	0	990,48	→	→	→	8,40	-44,01	-44,01	-44,01	
I	80	-0,20	-0,38	-0,32	-0,49	→	→	→	→	-11,31
	40	-1,19	-2,23	-1,85	-2,88	→	→	→	→	-66,13
	0	-41,32	-77,39	-64,36	-100,00	→	→	→	→	2102,19
V	80	-0,14	-0,20	-0,17	-0,22	→	→	→	→	-4,95
	40	-0,80	-1,14	-0,98	-1,31	→	→	→	→	-27,20
	0	-27,89	-38,96	-33,56	-44,01	→	→	→	→	990,48

MOD-3	%	A,E	B,F	M	N	C,G	D,H	I	J	K	L	Vc
I	80	-12,07	→	-12,07	→	→	→	8,32	11,98	24,43	-0,46	
	40	-70,64	→	-70,64	→	→	→	48,82	70,29	143,27	-2,69	
	0	2434,4	→	2434,41	→	→	→	1815,07	2613,36	5326,73	-99,99	
V	80	-4,52	→	-4,52	→	→	→	-0,87	-0,20	-0,20	-0,20	
	40	-24,34	→	-24,34	→	→	→	-5,08	-1,19	-1,19	-1,19	
	0	1048,83	→	1048,83	→	→	→	48,82	-43,19	-43,19	-43,19	
I	80	-0,26	-0,38	→	-0,34	→	-0,459	→	→	→	→	-12,07
	40	-1,53	-2,23	→	-1,98	→	-2,69	→	→	→	→	-70,64
	0	-56,73	-83,04	→	-73,814	→	-99,99	→	→	→	→	2434,40
V	80	-0,16	-0,19	→	-0,17	→	-0,10	→	→	→	→	-4,52
	40	-0,95	-1,12	→	-1,03	→	-1,20	→	→	→	→	-24,342
	0	-35,16	-40,83	→	-37,75	→	-43,19	→	→	→	→	1048,84

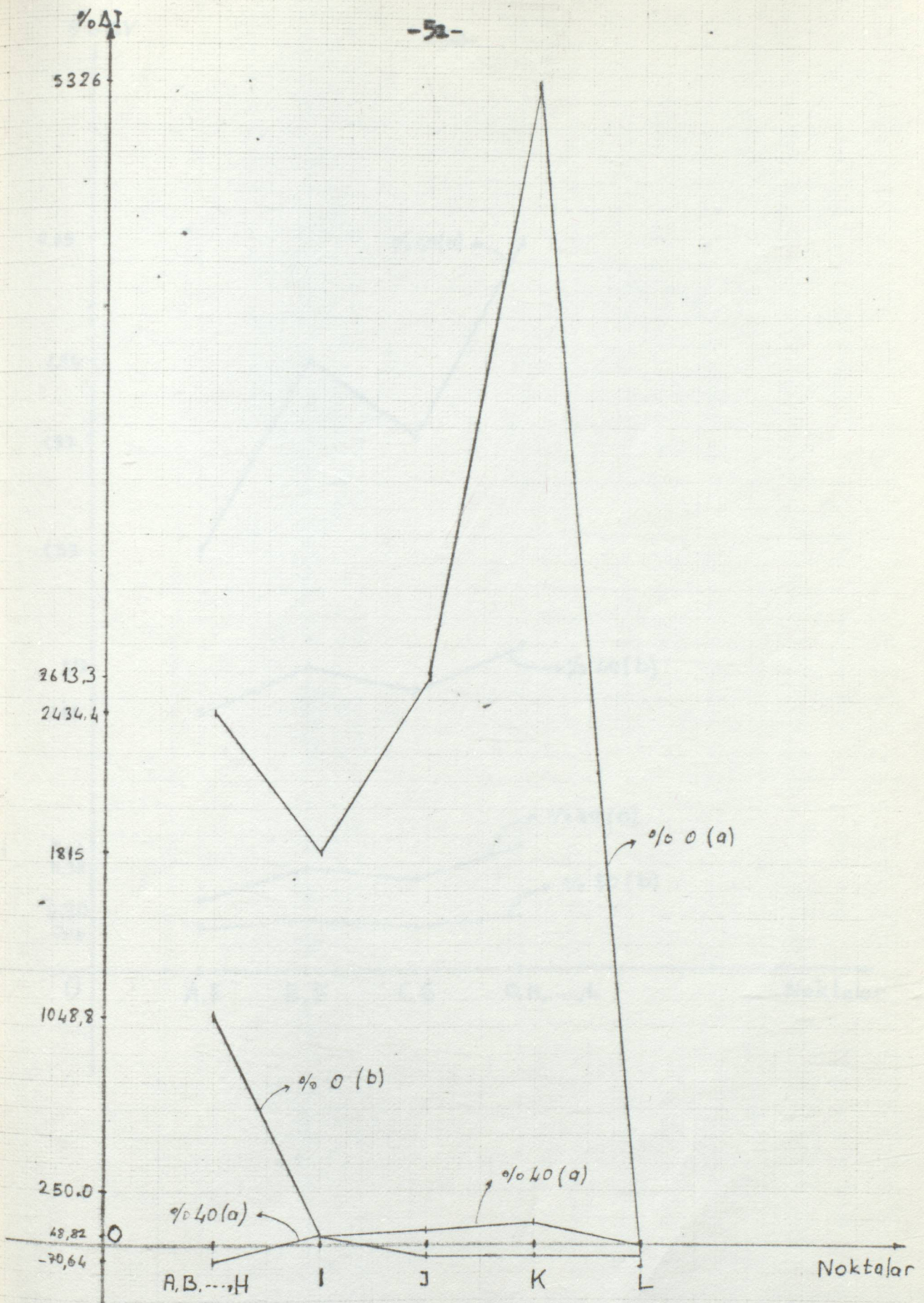
MOD-4	%	E	F,M	N	C,G	D,H	I	J	K	L	Vc
I	80	-11,55	→	→	-11,55	→	8,79	11,95	24,40	-0,48	
	40	-67,58	→	→	-67,58	→	51,49	70,07	142,85	-2,82	
	0	2203,34	→	→	2203,34	→	1826,40	2485,38	5070,75	-99,99	
b,c	80	-4,80	→	→	-4,80	→	-0,85	-0,22	-0,22	-0,21	
	40	-26,28	→	→	-26,28	→	-4,94	-1,27	-1,27	-1,27	
	0	1002,32	→	→	1002,32	→	20,39	-43,71	-43,71	-43,71	
V	80	-0,22	-0,42	-0,38	→	-0,48	→	→	→	→	-11,55
	40	-1,30	-2,45	-2,24	→	-2,82	→	→	→	→	-67,58
	0	-46,02	-87,01	-79,74	→	-99,9	→	→	→	→	2203,34
b,c	80	-0,15	-0,20	-0,19	→	-0,22	→	→	→	→	-4,80
	40	-0,85	-1,19	-1,11	→	-1,27	→	→	→	→	-26,28
	0	-3017	-41,26	-38,53	→	-43,71	→	→	→	→	1002,32

MOD-5	%	E	F, M	N, G	H	I	J	K	L	Vc
I	80	-11,23	→	→	→	9,13	11,94	24,38	-0,50	
	40	-65,65	→	→	→	53,48	69,90	142,71	-2,92	
	0	2057,85	→	→	→	1835,3	2398,56	4897,16	-99,99	
V	80	-4,98	→	→	→	-0,82	-0,23	-0,23	-0,23	
	40	-27,50	→	→	→	-4,76	-1,33	-1,33	-1,33	
	0	970,26	→	→	→	0,102	-44,25	-44,25	-44,25	
I	80	-0,19	-0,362	-0,33	-0,50	→	→	→	→	-11,29
	40	-1,134	-2,12	-1,94	-2,91	→	→	→	→	-65,65
	0	-38,82	-72,75	-66,64	-100,00	→	→	→	→	2057,85
V	80	-0,13	-0,187	-0,17	-0,23	→	→	→	→	-4,98
	40	-0,77	-1,10	-1,01	-1,33	→	→	→	→	-27,49
	0	-26,34	-36,97	-34,41	-44,25	→	→	→	→	970,26

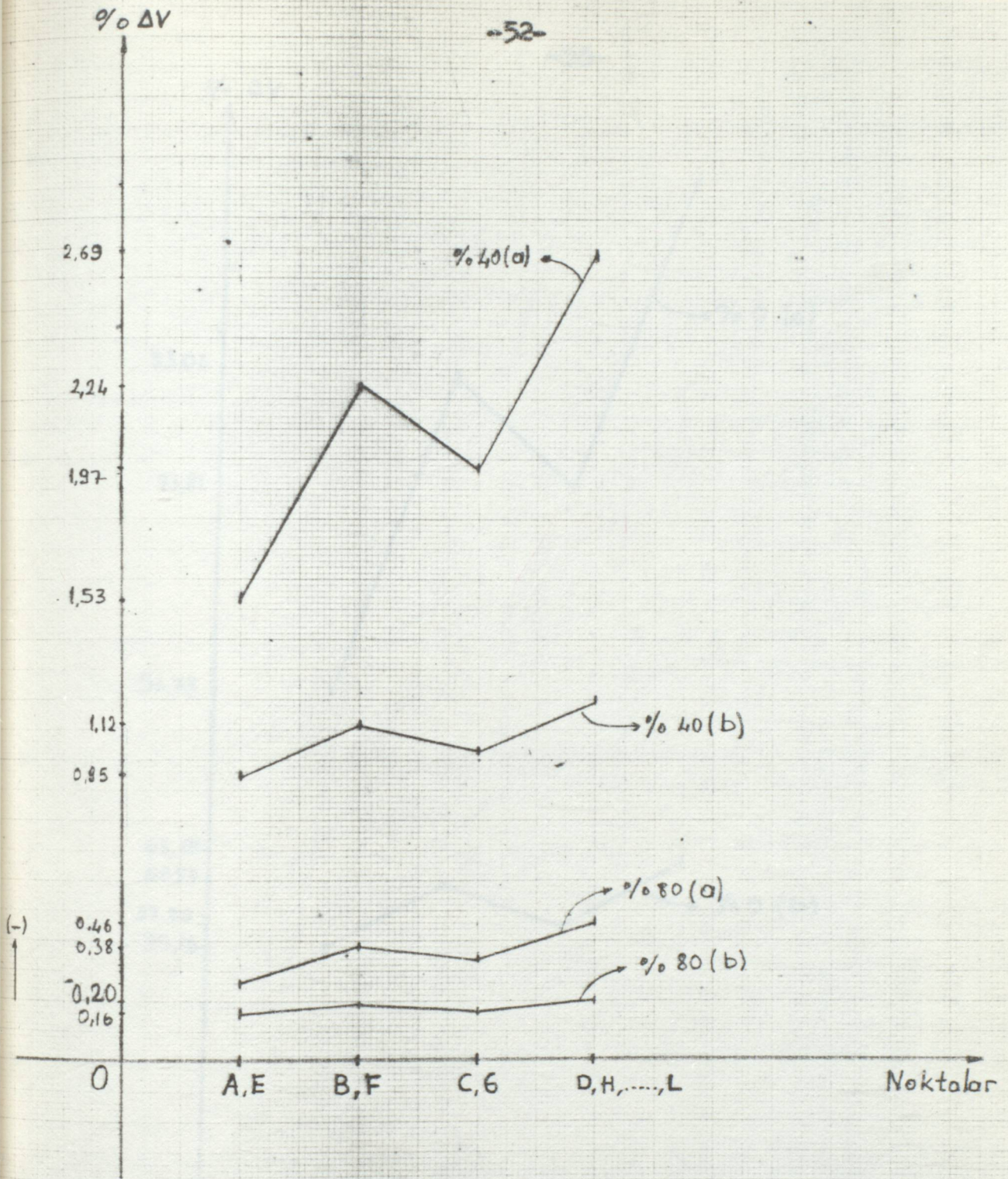
MOD-6	%	A,E	B,F	M	N	O,R	P,S	T	U	C,G	D,H	I	J	K	L	Vc
I	a	80	-12,07									8,32	11,98	24,43	-0,46	
		40	-20,64									48,82	70,29	143,28	-2,69	
		0	2434,40									1815,07	2613,37	5326,74	-100,00	
V	b,c	80	-4,52									-0,87	-0,20	-0,20	-0,20	
		40	-24,34									-5,08	-1,20	-1,20	-1,20	
		0	1048,84									48,82	-43,19	-43,19	-43,19	
I	a	80	-0,26		-0,32		-0,40		-0,38		-0,46					-12,07
		40	-1,53		-1,87		-2,35		-2,22		-2,69					-70,64
		0	-56,73		-69,74		-87,24		-82,64		-100,00					2434,41
V	b,c	80	-0,16		-0,17		-0,19		-0,18		-0,20					-4,52
		40	-0,95		-1,02		-1,13		-1,08		-1,20					-24,34
		0	-35,16		-37,42		-41,13		-39,62		-43,20					1048,83



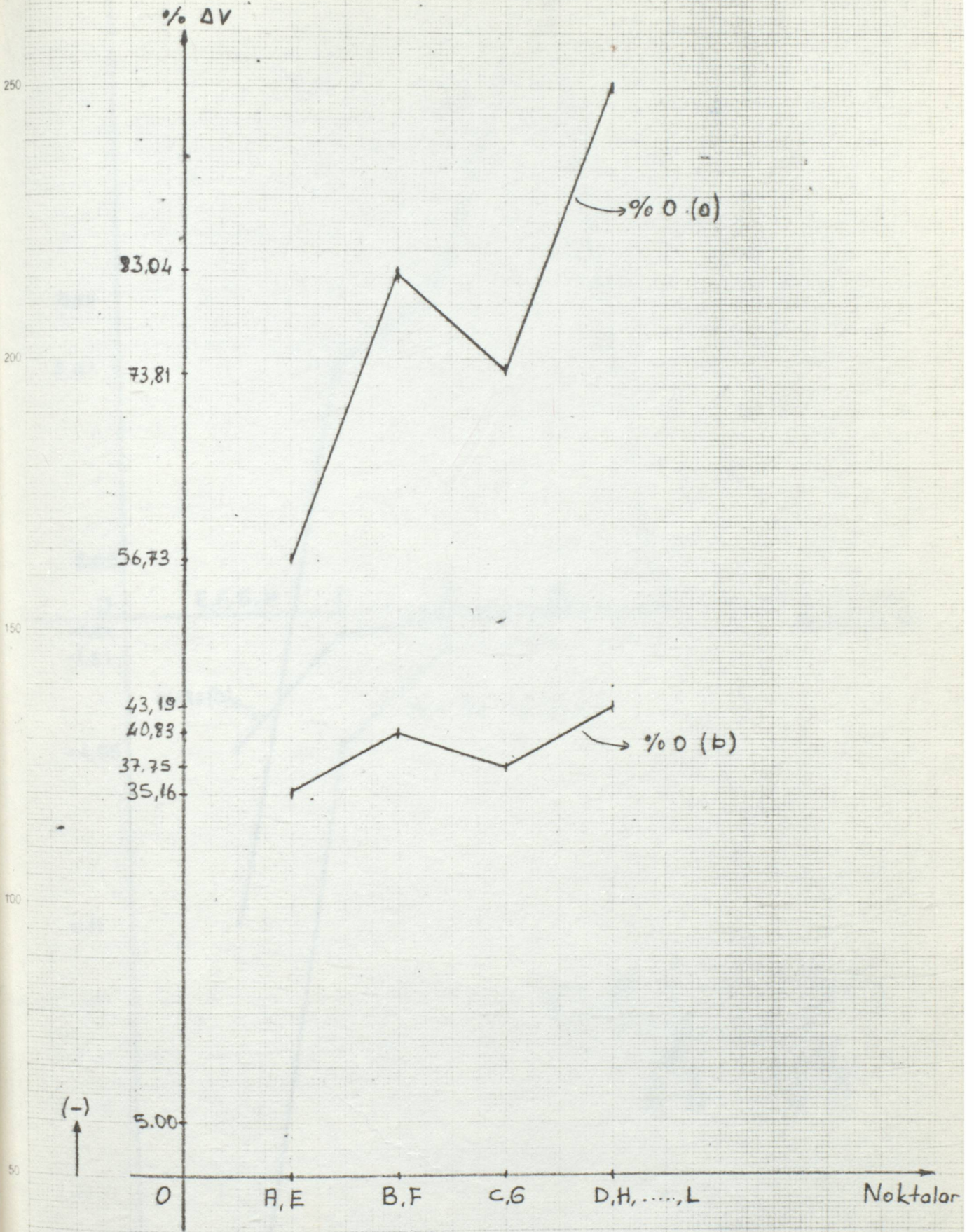
1,3,6. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



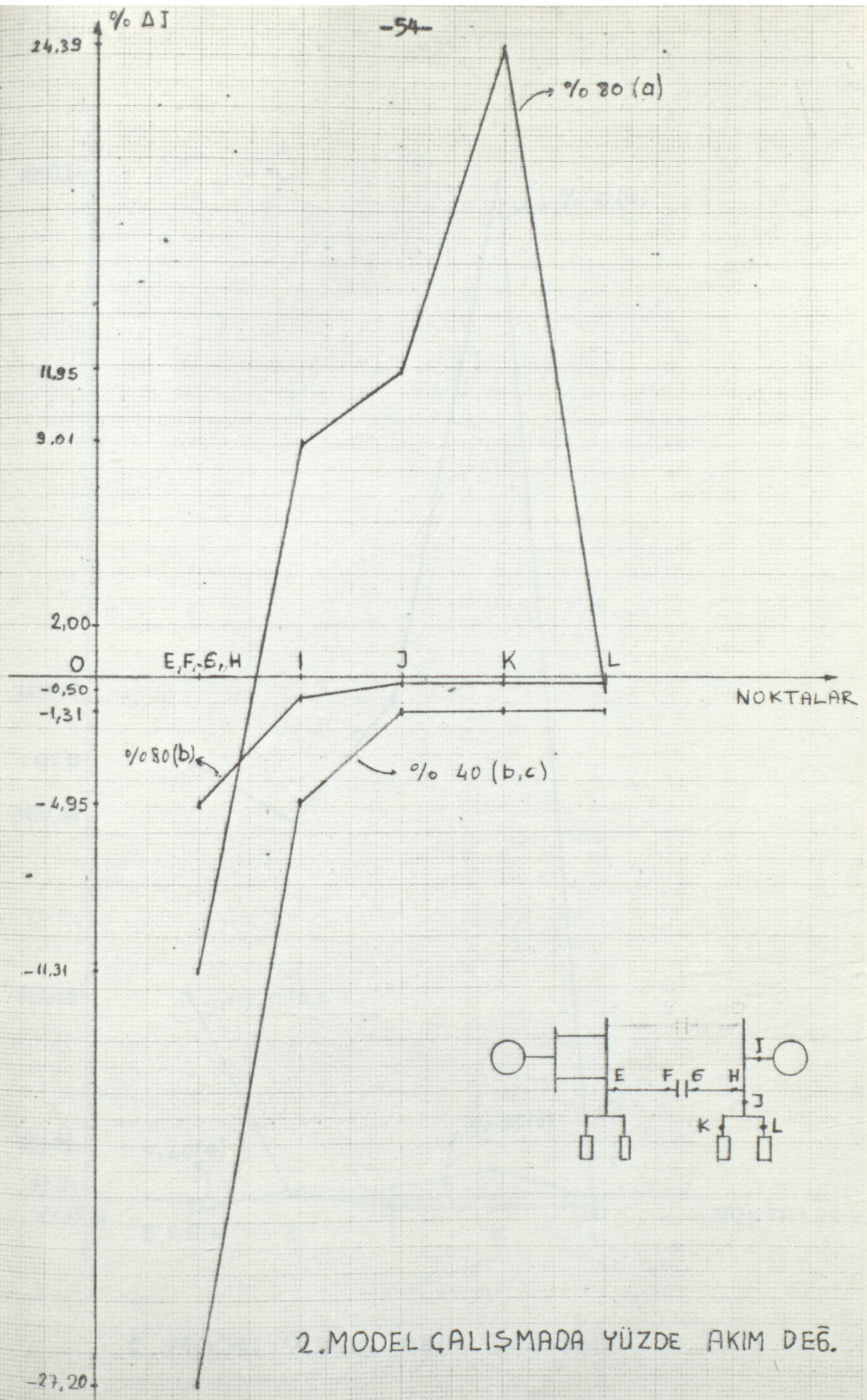
1,3,6. MODEL CALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ

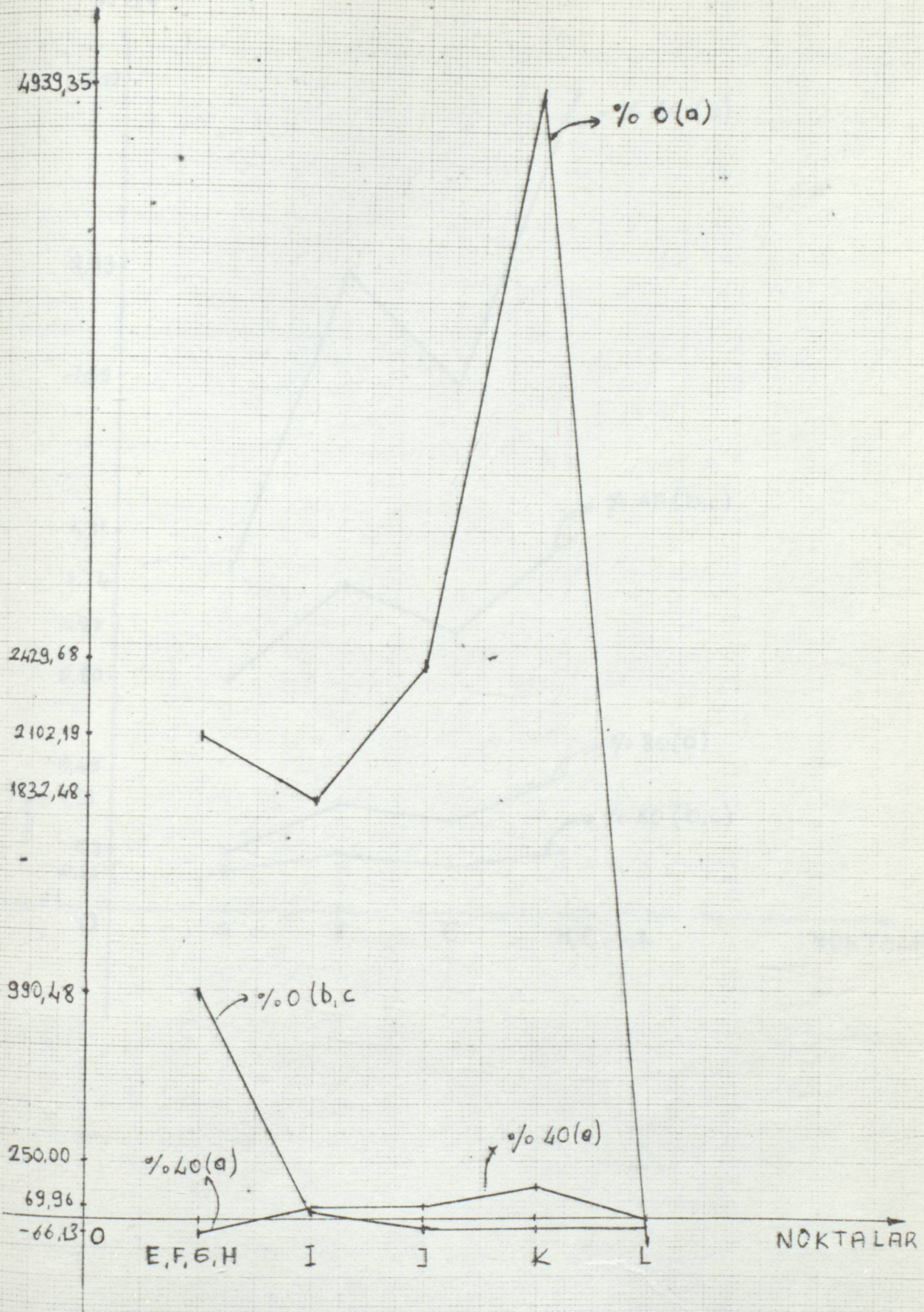


1 ve 3. MOD CALISMADA YÜZDE GERILIM DEĞİŞİMİ

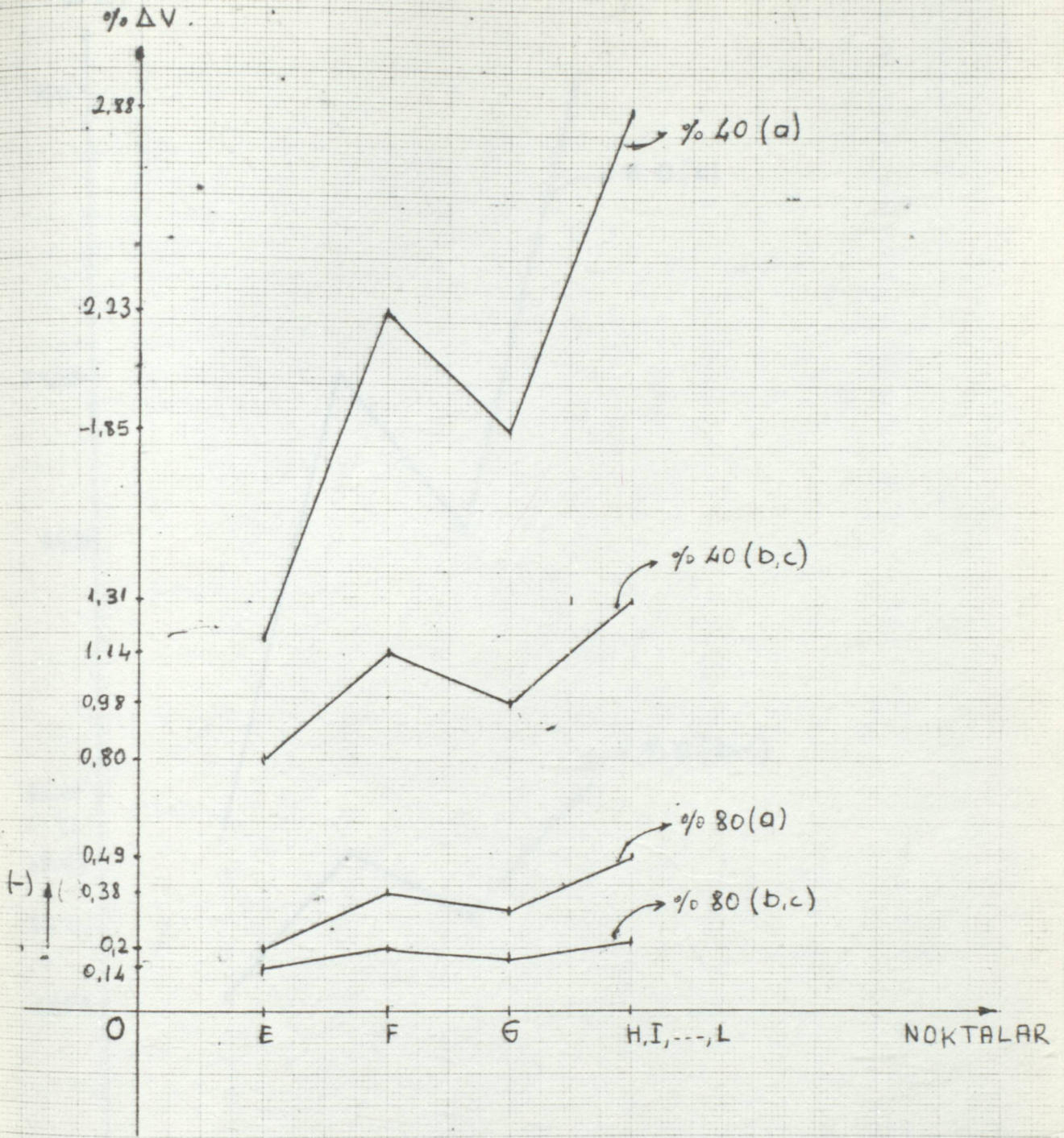


İve 3. MOD ÇALIŞMA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ

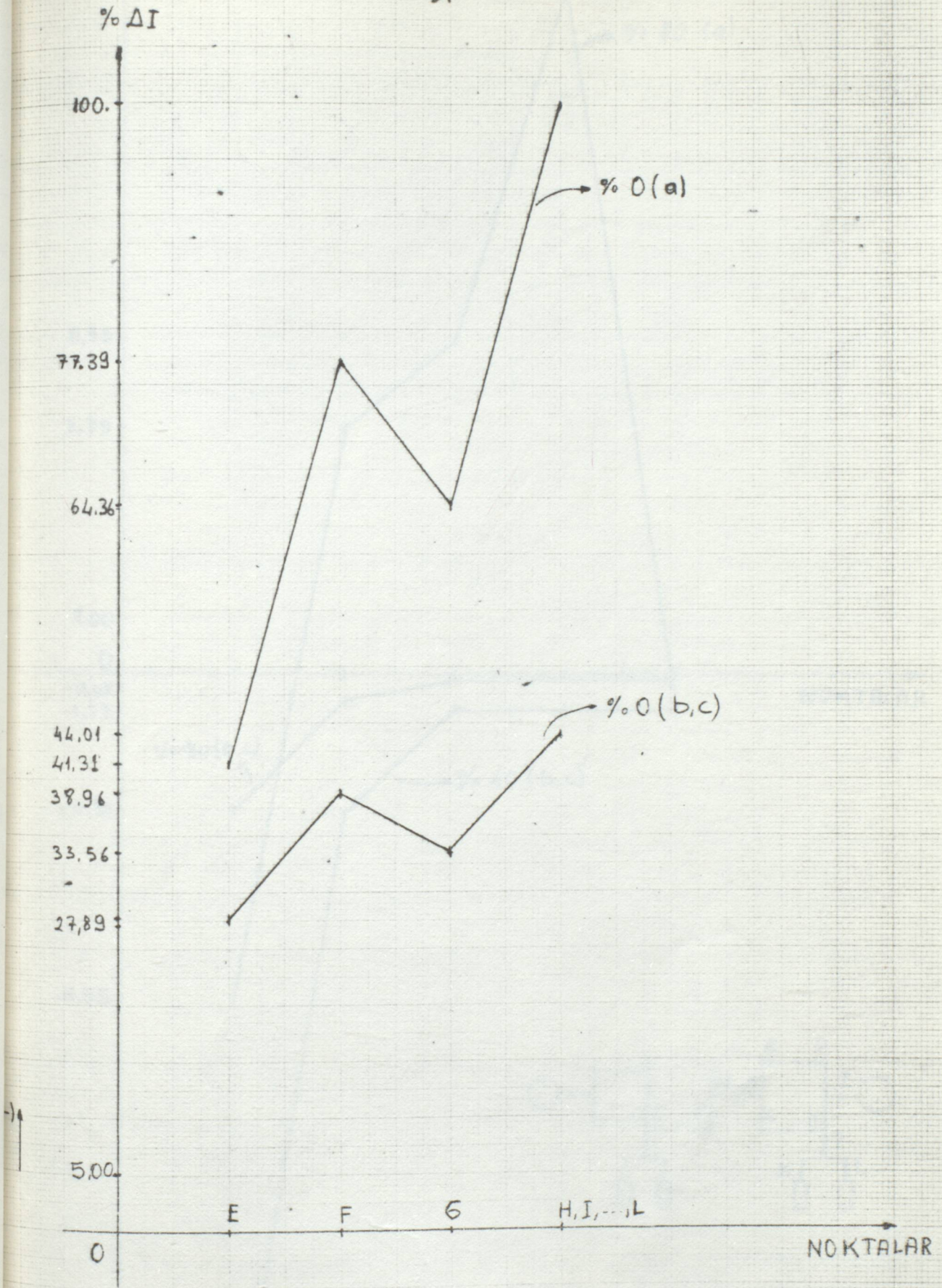




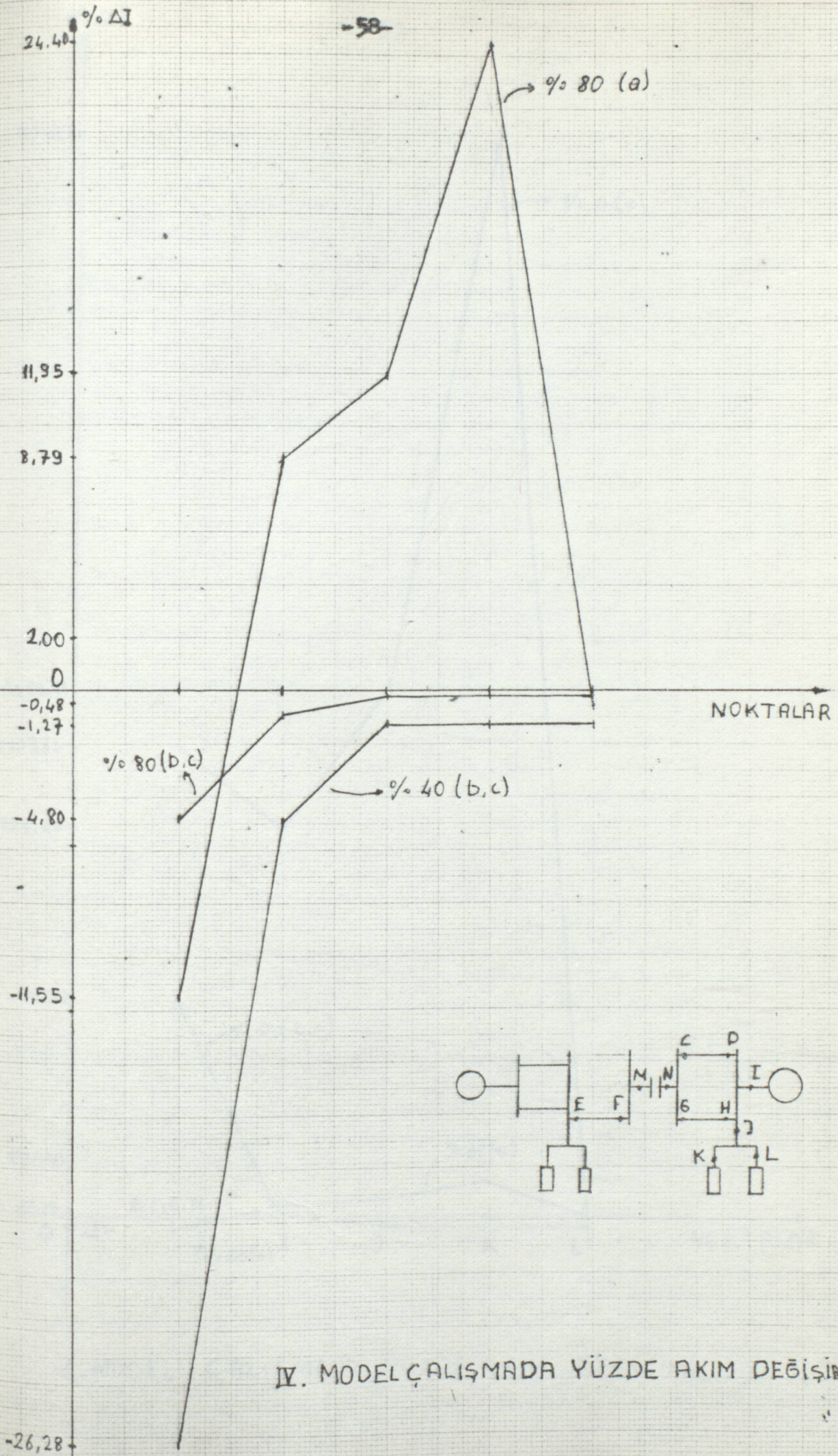
2. MODEL YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



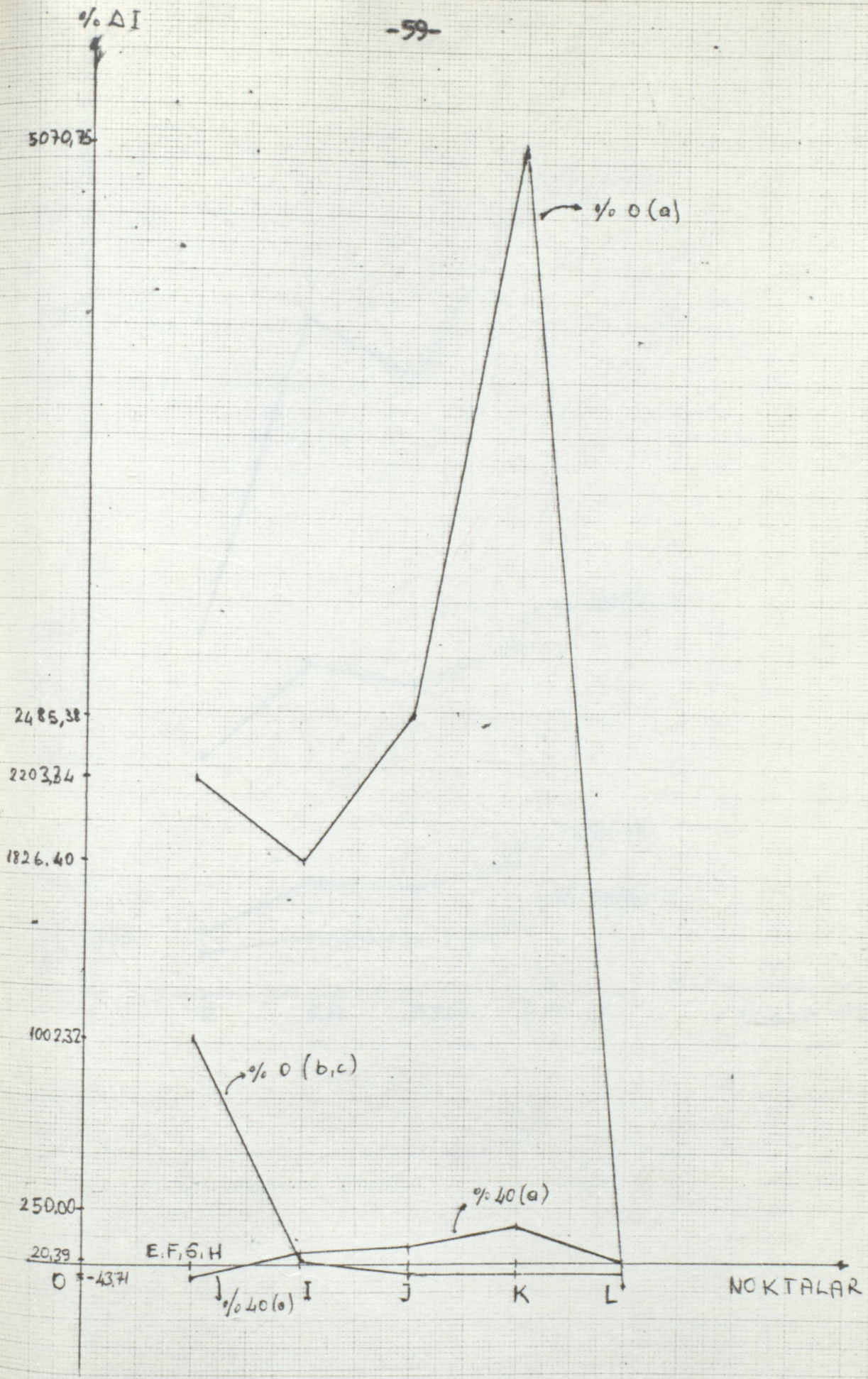
2. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



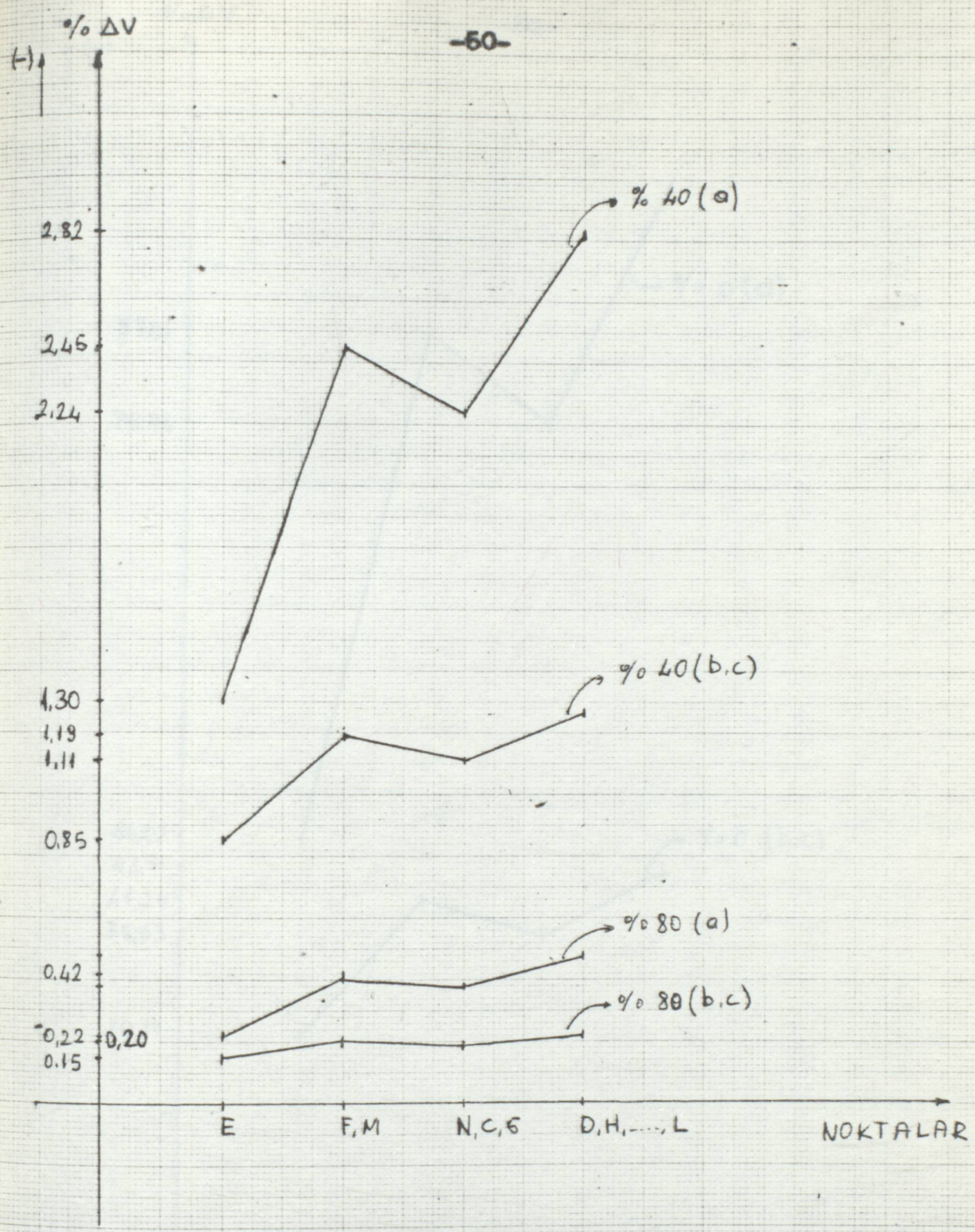
2. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



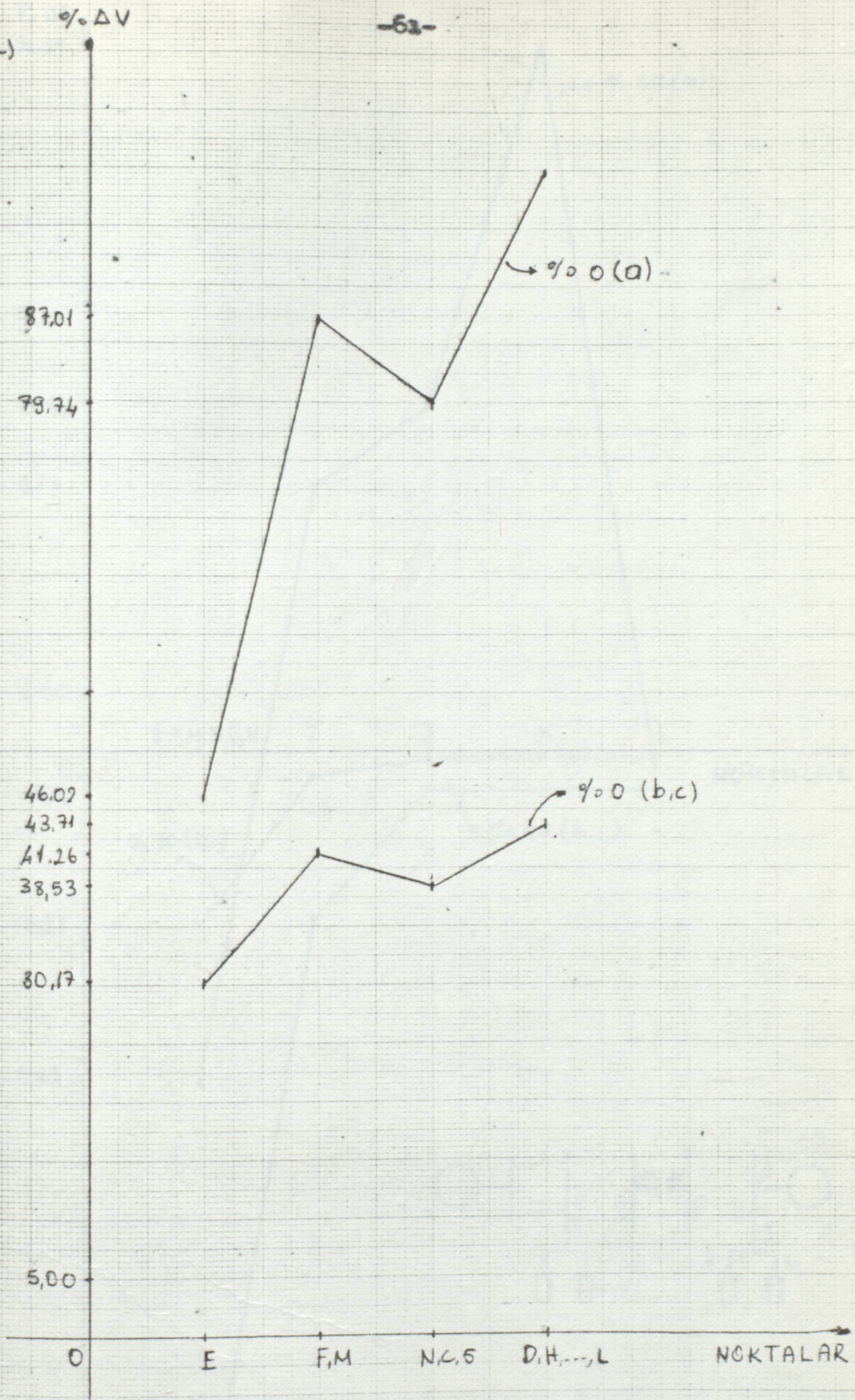
IV. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



4. MODEL GALIŞMADA YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



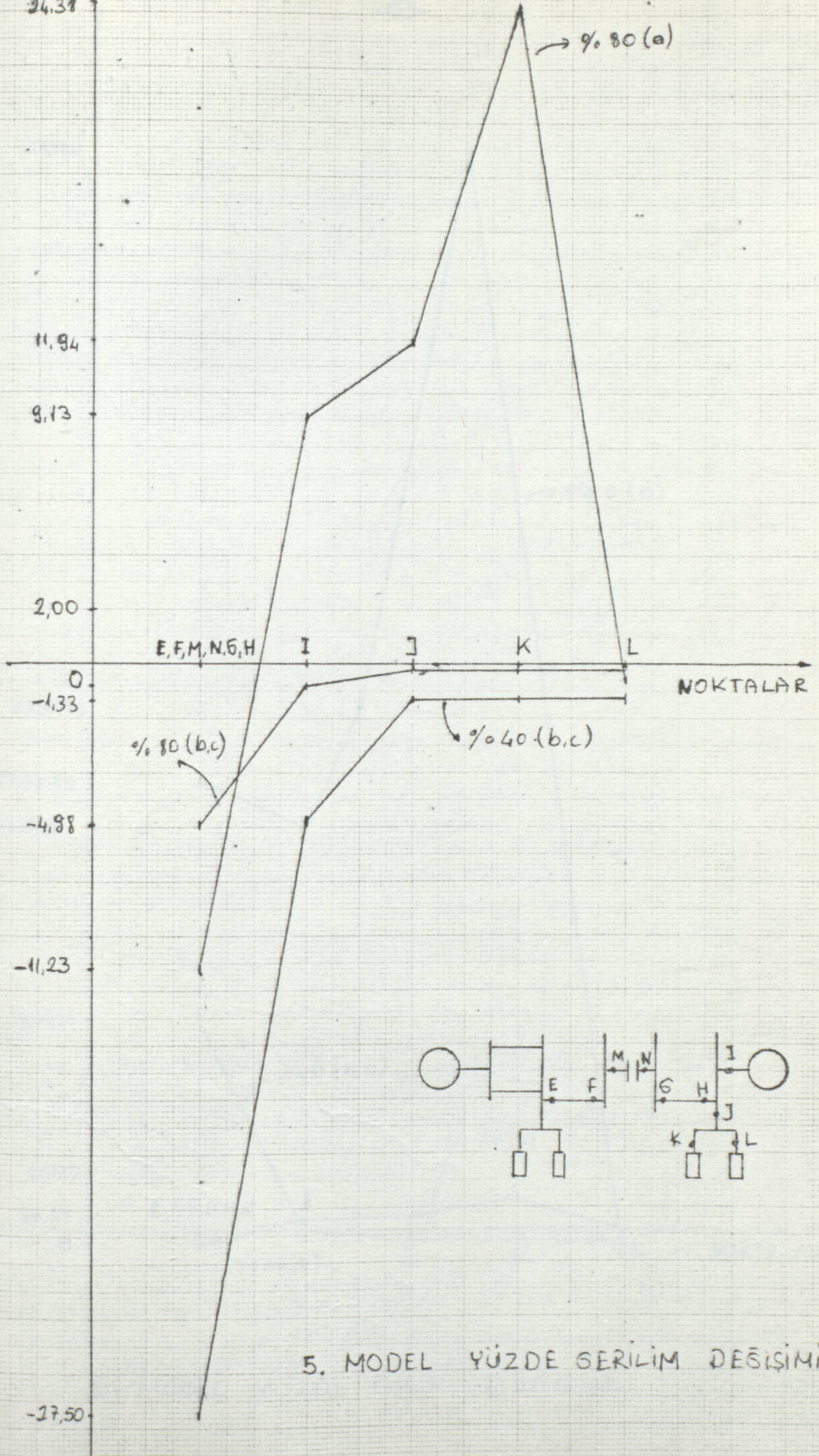
4. MODEL YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



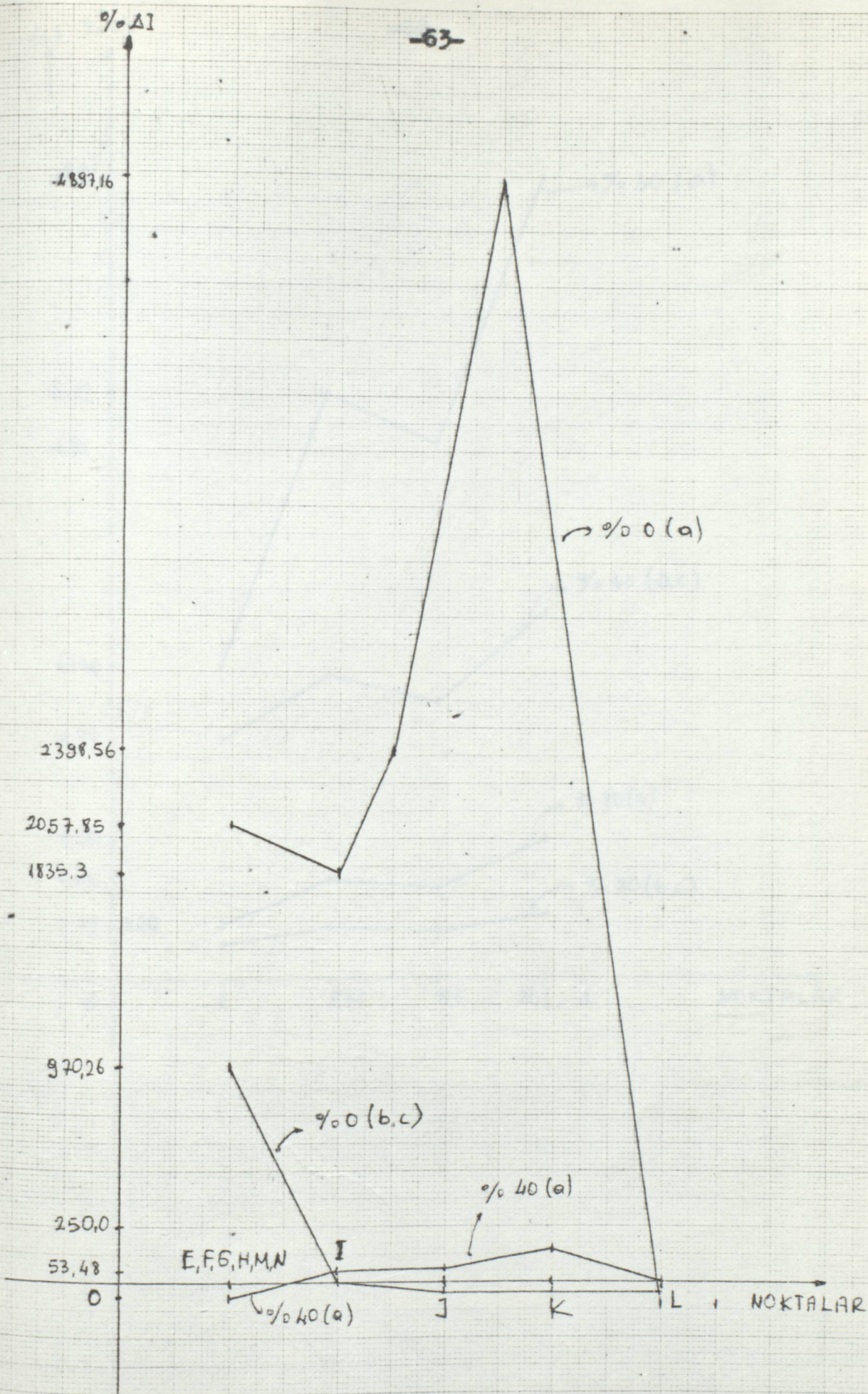
IV. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ

% ΔI
24,31

-52-



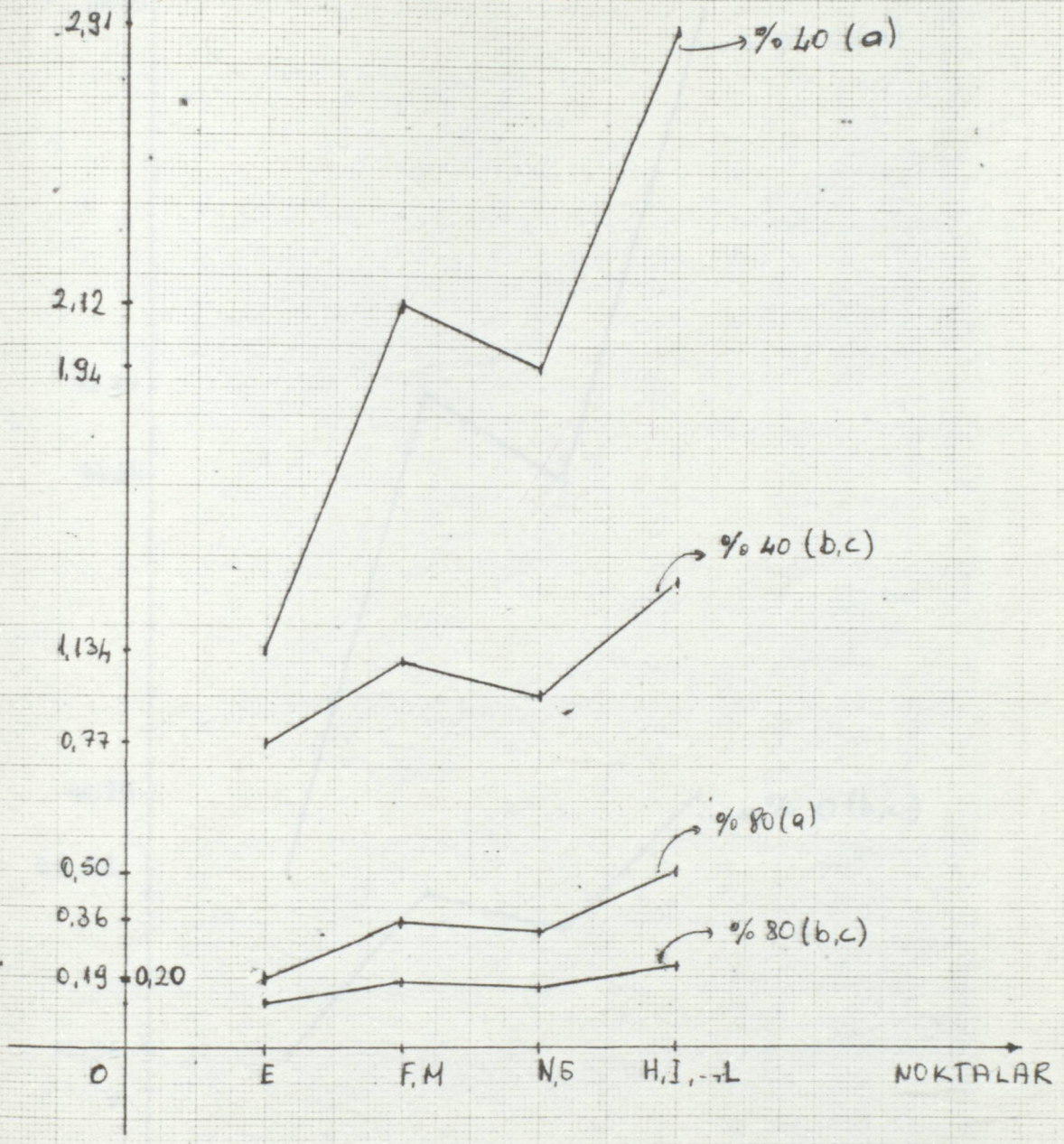
5. MODEL YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



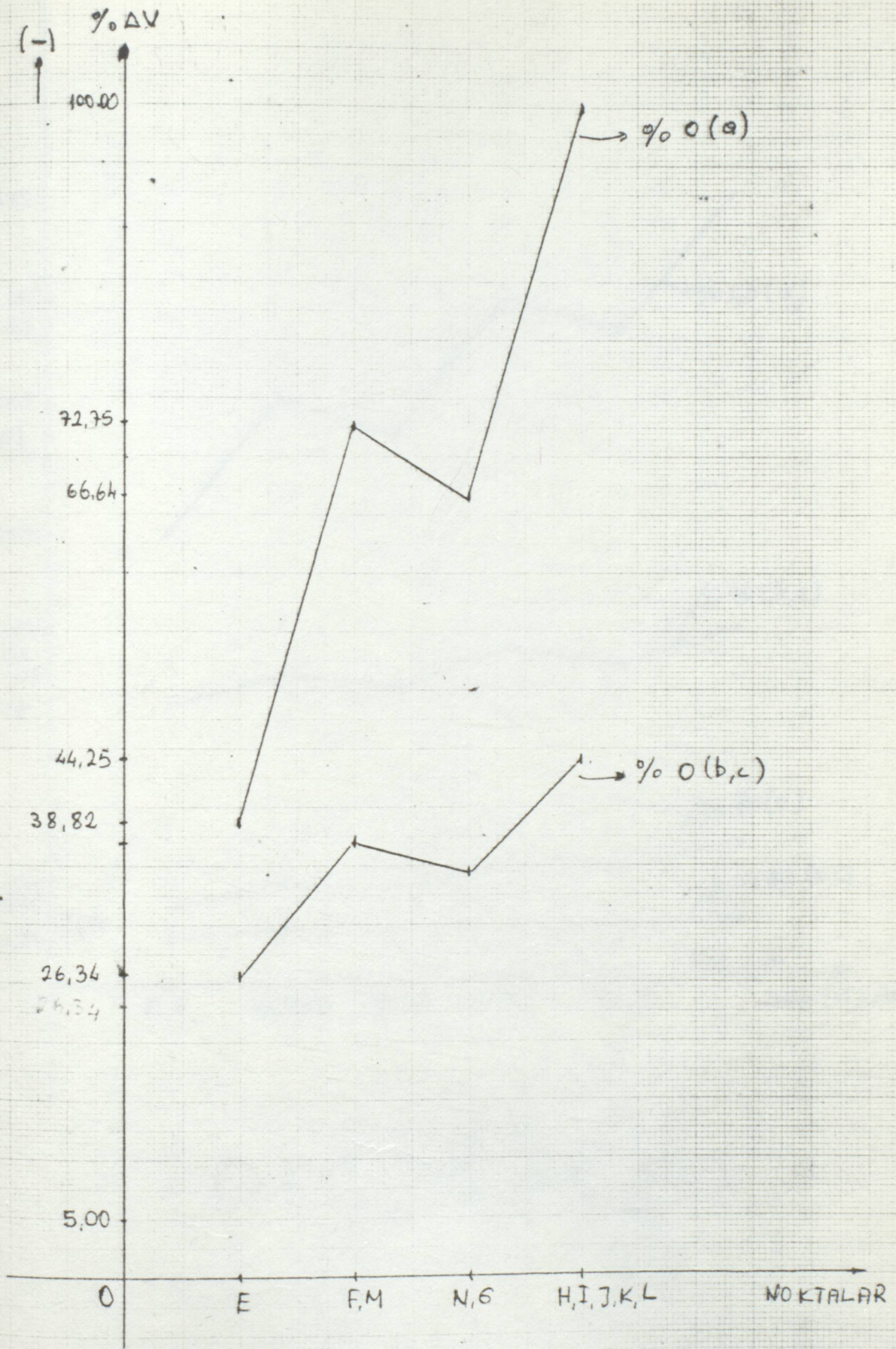
5. MODEL YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ

(-) % ΔV

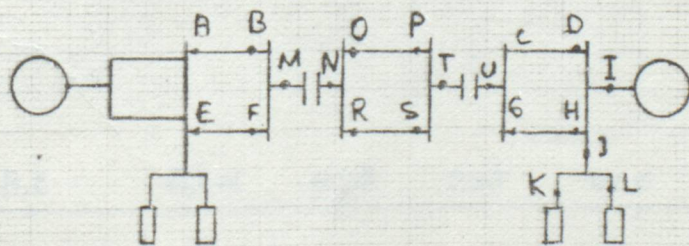
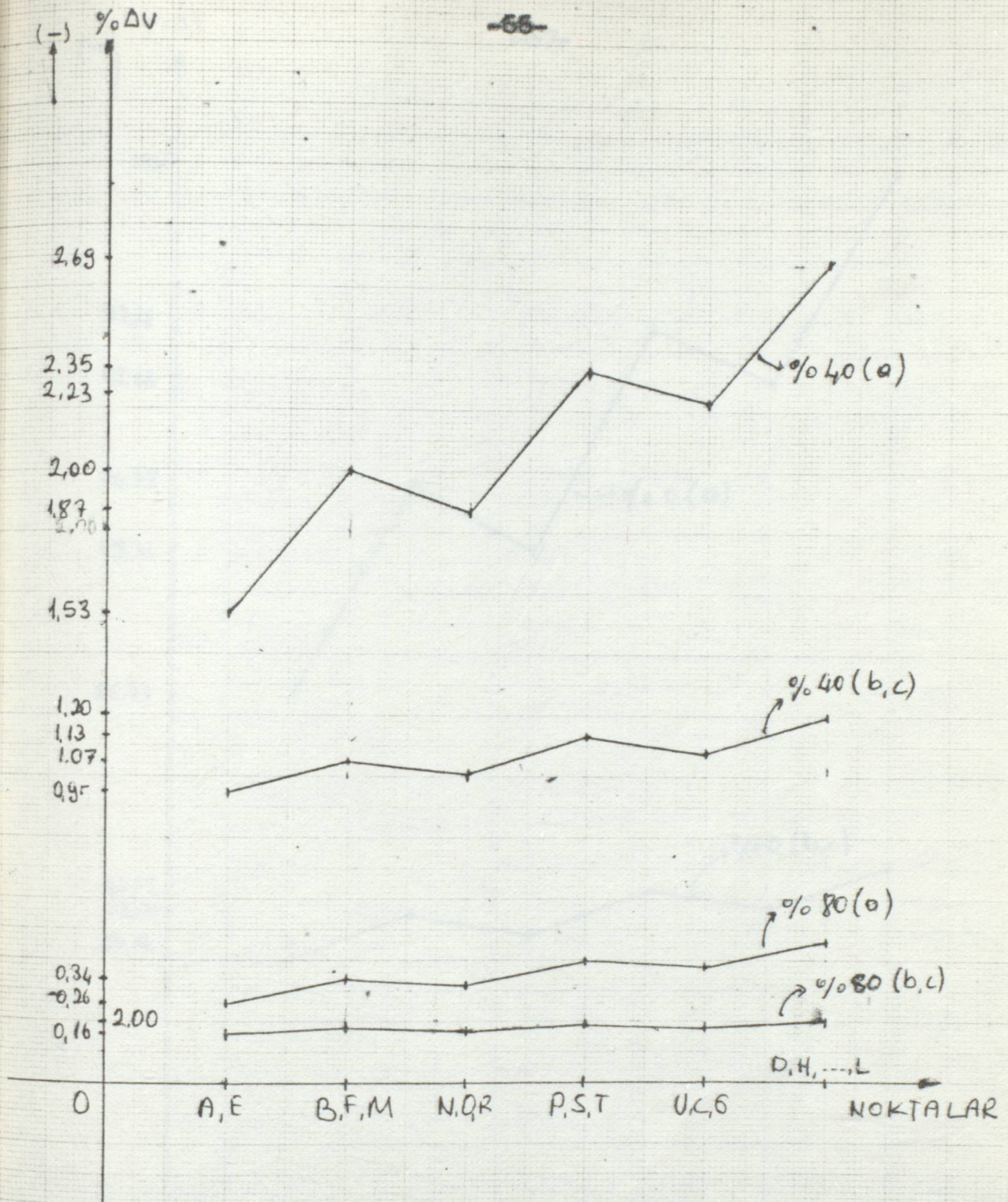
-54-



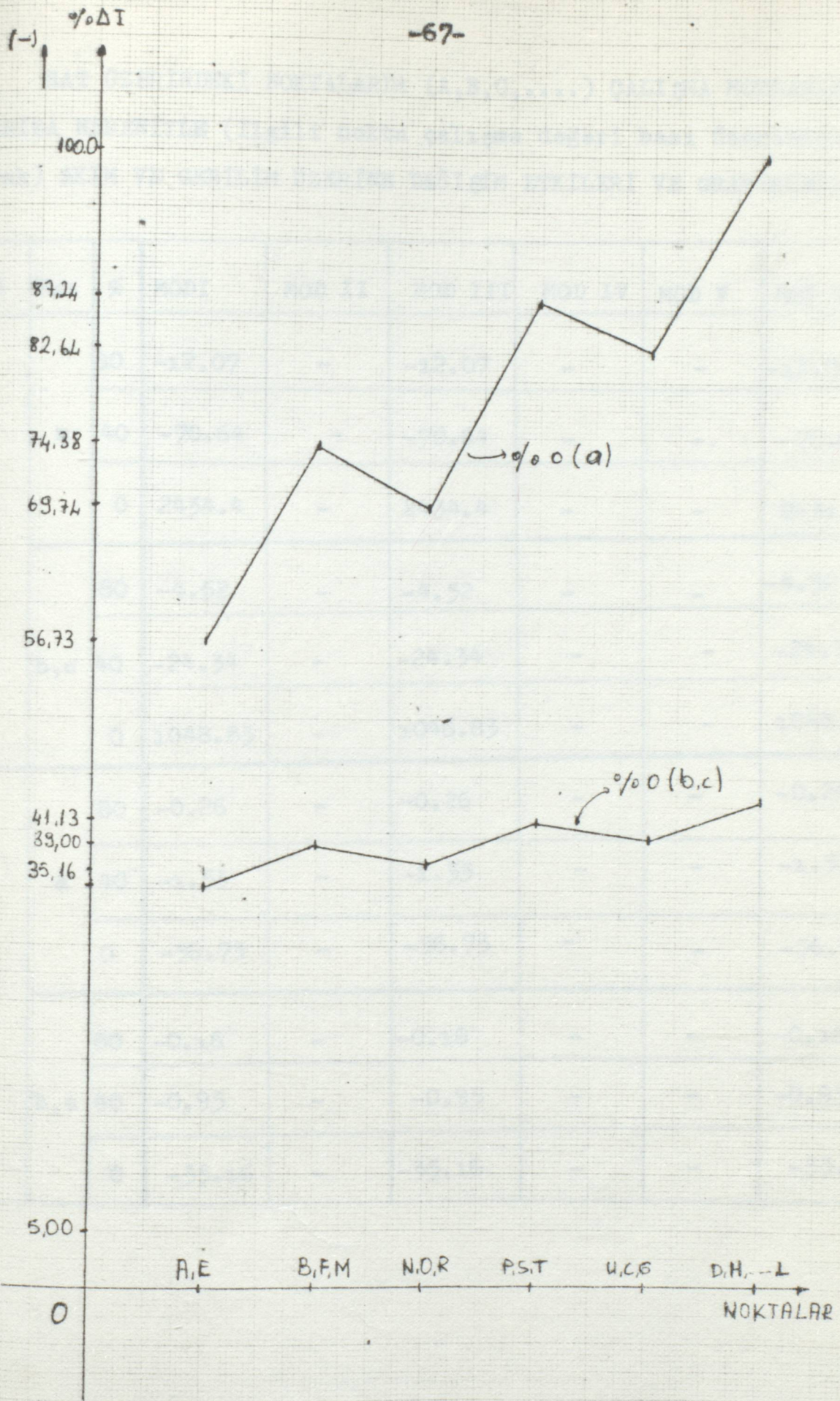
5. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



5. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



6. MODEL GALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



6. MODEL ÇALIŞMADA YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ

HAT ÜZERİNDEKİ NOKTALARDA (A,B,C,.....) ÇALIŞMA MODLARINA GÖRE
ARIZA NEDENİYLE (İlgili nokta çalışma değeri bazı üzerinden % ola-
rak) AKIM VE GERİLİM ÜZERİNE DEĞİŞİM ETKİLERİ VE GRAFİKLERİ

A	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-12.07	-	-12.07	-	-	-12.07
		40	-70.64	-	-70.64	-	-	-70.64
		0	2434.4	-	2434.4	-	-	2434.4
	b,c	80	-4.52	-	-4.52	-	-	-4.52
		40	-24.34	-	-24.34	-	-	-24.34
		0	1048.83	-	1048.83	-	-	1048.83
V	a	80	-0.26	-	-0.26	-	-	-0.26
		40	-1.53	-	-1.53	-	-	-1.53
		0	-56.73	-	-56.73	-	-	-56.73
	b,c	80	-0.16	-	-0.16	-	-	-0.16
		40	-0.95	-	-0.95	-	-	-0.95
		0	-35.16	-	-35.16	-	-	-35.16

B	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-12.07	-	-12.07	-	-	-12.07
		40	-70.64	-	-70.64	-	-	-70.64
		0	2434.4	-	2434.4	-	-	2434.4
	b,c	80	-4.52	-	-4.52	-	-	-4.52
		40	-24.34	-	-24.34	-	-	-24.34
		0	1048.83	-	1048.83	-	-	1048.83
V	a	80	-0.38	-	-0.38	-	-	-0.34
		40	-2.23	-	-2.23	-	-	-2.00
		0	-83.04	-	-83.04	-	-	-74.38
	b,c	80	-0.19	-	-0.19	-	-	-0.18
		40	-1.12	-	-1.12	-	-	-1.07
		0	-40.83	-	-40.83	-	-	-39.00

C	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MODIV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-12.07	-	-12.07	-11.55	-	-12.07
		40	-70.64	-	-70.64	-67.58	-	-70.64
		0	2434.40	-	2434.40	2203.34	-	2434.40
	b,c	80	-4.52	-	-4.52	-4.80	-	-4.52
		40	-24.34	-	-24.34	-26.28	-	-24.34
		0	1048.83	-	1048.83	1002.32	-	1048.83
V	a	80	-0.34	-	-0.34	-0.38	-	-0.38
		40	-1.97	-	-1.97	-2.24	-	-2.23
		0	-73.81	-	-73.81	-79.74	-	-82.64
	b,c	80	-0.17	-	-0.17	-0.19	-	-0.18
		40	-1.03	-	-1.03	-1.11	-	-1.08
		0	-37.75	-	-37.75	-38.53	-	-39.62

D	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-12.07	-	-12.07	-11.55	-	-12.07
		40	-70.64	-	-70.64	-67.58	-	-70.64
		0	2434.40	-	2434.40	2203.34	-	2434.40
	b,c	80	-4.52	-	-4.52	-4.80	-	-4.52
		40	-24.34	-	-24.34	-26.28	-	-24.34
		0	1048.83	-	1048.83	1002.32	-	1048.83
V	a	80	-0.46	-	-0.46	-0.48	-	-0.46
		40	-2.69	-	-2.69	-2.82	-	-2.69
		0	-100.00	-	-100.00	-99.90	-	-100.00
	b,c	80	-0.20	-	-0.20	-0.22	-	-0.20
		40	-1.20	-	-1.20	-1.27	-	-1.20
		0	-43.19	-	-43.19	-43.71	-	-43.19

N	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-	-	-12.07	-11.55	-11.23	-12.07
		40	-	-	-70.64	-67.58	-65.65	-70.64
		0	-	-	2434.40	2203.34	2057.85	2434.40
	b,c	80	-	-	-4.52	-4.80	-4.98	-4.52
		40	-	-	-24.34	-26.28	-27.50	-24.34
		0	-	-	1048.83	1002.32	970.26	1048.83
V	a	80	-	-	-0.34	-0.38	-0.33	-0.32
		40	-	-	-1.98	-2.24	-1.94	-1.87
		0	-	-	-73.814	-79.74	-66.64	-69.74
	b,c	80	-	-	-0.17	-0.19	-0.17	-0.17
		40	-	-	-1.03	-1.11	-1.01	-1.02
		0	-	-	-37.75	-38.53	-34.41	-37.42

G	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-0.34	-0.32	-0.34	-0.38	-0.33	-0.38
		40	-1.98	-1.85	-1.98	-2.24	-1.94	-2.22
		0	-73.81	-64.36	-73.81	-79.74	-66.64	-82.64
	b,c	80	-0.17	-0.17	-0.17	-0.19	-0.17	-0.18
		40	-1.03	-0.98	-1.03	-1.11	-1.01	-1.08
		0	-37.75	-33.56	-37.75	-38.53	-34.41	-39.62

M	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-	-	-12.07	-11.55	-11.23	-12.07
		40	-	-	-70.64	-67.58	-65.65	-70.64
		0	-	-	2434.4	2203.34	2057.85	2434.4
	b,c	80	-	-	-4.52	-4.80	-4.98	-4.52
		40	-	-	-24.34	-26.28	-27.50	-24.34
		0	-	-	1048.83	1002.32	970.26	1048.8
V	a	80	-	-	-0.38	-0.42	-0.36	-0.34
		40	-	-	-2.23	-2.45	-2.12	-2.00
		0	-	-	-83.04	-87.01	-72.75	-74.38
	b,c	80	-	-	-0.19	-0.20	-0.19	-0.18
		40	-	-	-1.12	-1.19	-1.10	-1.07
		0	-	-	-40.83	-41.26	-36.97	-39.00

E, F, G, H	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-12.07	-11.31	-12.07	-11.55	-11.23	-12.07
		40	-70.64	-66.13	-70.64	-67.58	-65.65	-70.64
		0	2434.40	2102.19	2434.40	2203.34	2057.8	2434.40
	b, c	80	-4.52	-4.95	-4.52	-4.80	-4.98	-4.52
		40	-24.34	-27.20	-24.34	-26.28	-27.50	-24.34
		0	1048.83	990.48	1048.83	1002.32	970.26	1048.84

E	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-0.26	-0.20	-0.26	-0.22	-0.19	-0.26
		40	-1.53	-1.19	-1.53	-1.30	-1.13	-1.53
		0	-56.73	-41.32	-56.73	-46.02	-38.82	-56.73
	b, c	80	-0.16	-0.14	-0.16	-0.15	-0.13	-0.16
		40	-0.95	-0.80	-0.95	-0.85	-0.77	-0.95
		0	-35.16	-27.89	-35.16	-30.17	-26.34	-35.16

F	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-0.38	-0.38	-0.38	-0.42	-0.36	-0.34
		40	-2.23	-2.23	-2.23	-2.45	-2.12	-2.00
		0	-83.04	-77.39	-83.04	-87.01	-72.75	-74.38
	b, c	80	-0.19	-0.20	-0.19	-0.20	-0.19	-0.18
		40	-1.12	-1.14	-1.12	-1.19	-1.10	-1.07
		0	-40.82	-38.96	-40.83	-41.26	-36.97	-39.00

I	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	8.32	9.01	8.32	8.79	9.13	8.32
		40	48.82	52.76	48.82	51.49	53.48	48.82
		0	1815.0	1832.48	1815.07	1826.40	1835.30	1815.07
	b,c	80	-0.87	-0.84	-0.87	-0.85	-0.82	-0.87
		40	-5.08	-4.87	-5.08	-4.94	-4.76	-5.08
		0	48.82	8.40	48.82	20.39	0.102	48.82

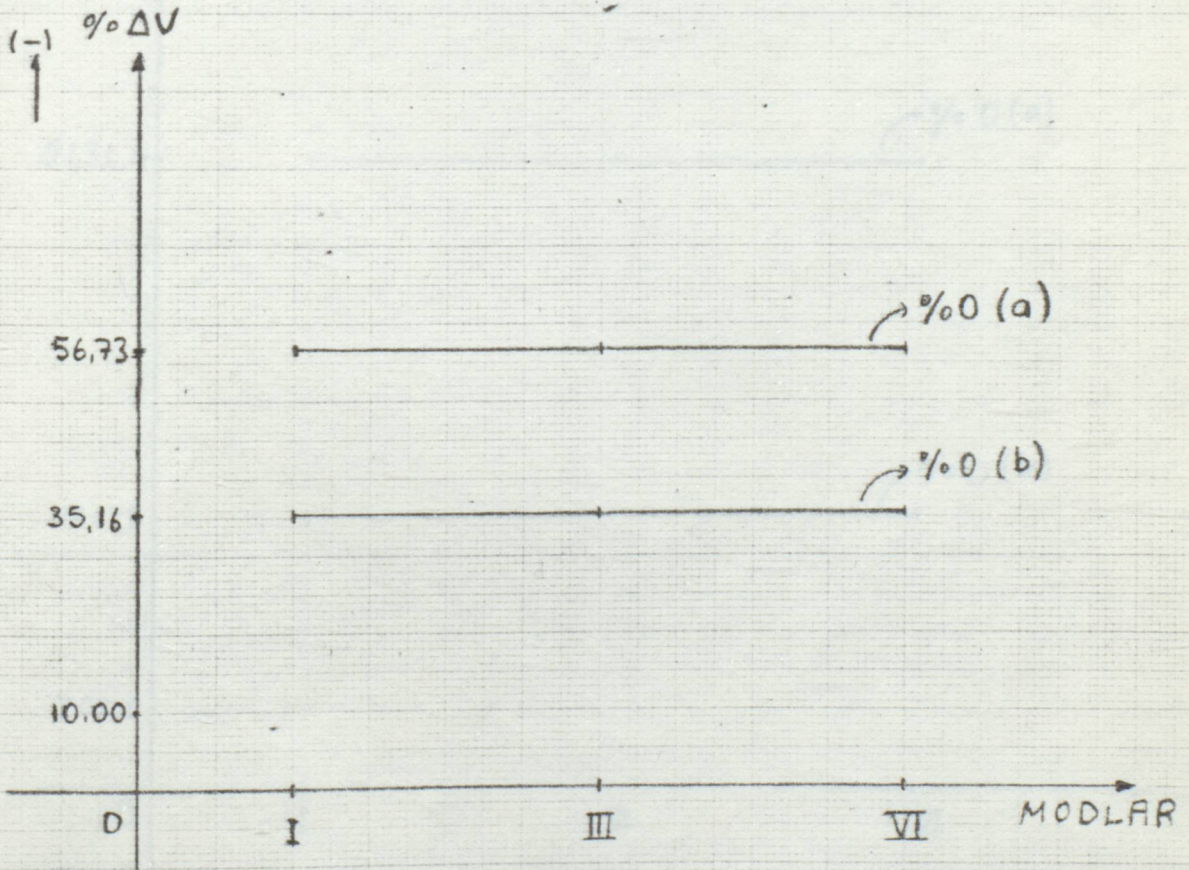
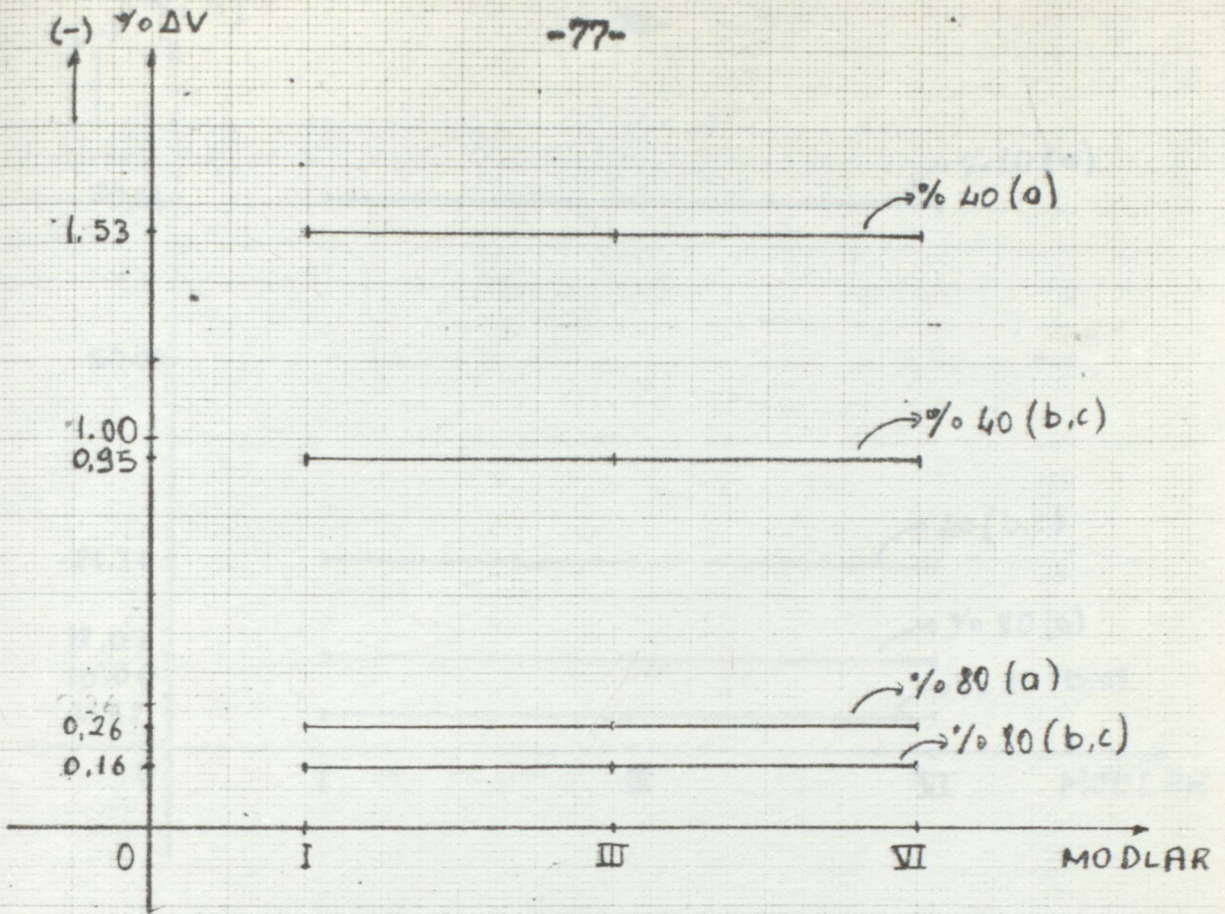
J	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	11.98	11.95	11.98	11.95	11.95	11.98
		40	70.29	69.96	70.29	70.07	69.90	70.29
		0	2613.37	2429.68	2613.36	2485.38	2398.5	2613.37
	b,c	80	-0.21	-0.22	-0.20	-0.22	-0.23	-0.20
		40	-1.20	-1.31	-1.19	-1.27	-1.33	-1.20
		0	-43.19	-44.01	-43.19	-43.71	-44.25	-43.19

K	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	24.43	24.39	24.43	24.40	24.38	24.43
		40	143.28	142.80	143.27	142.95	142.71	143.28
		0	5326.74	4959.3	5326.7	5070.7	4897.2	5326.7
	b,c	80	-0.204	-0.22	-0.20	-0.22	-0.23	-0.20
		40	-1.20	-1.31	-1.19	-1.27	-1.33	-1.20
		0	-43.19	-44.01	-43.19	-43.71	-44.25	-43.19

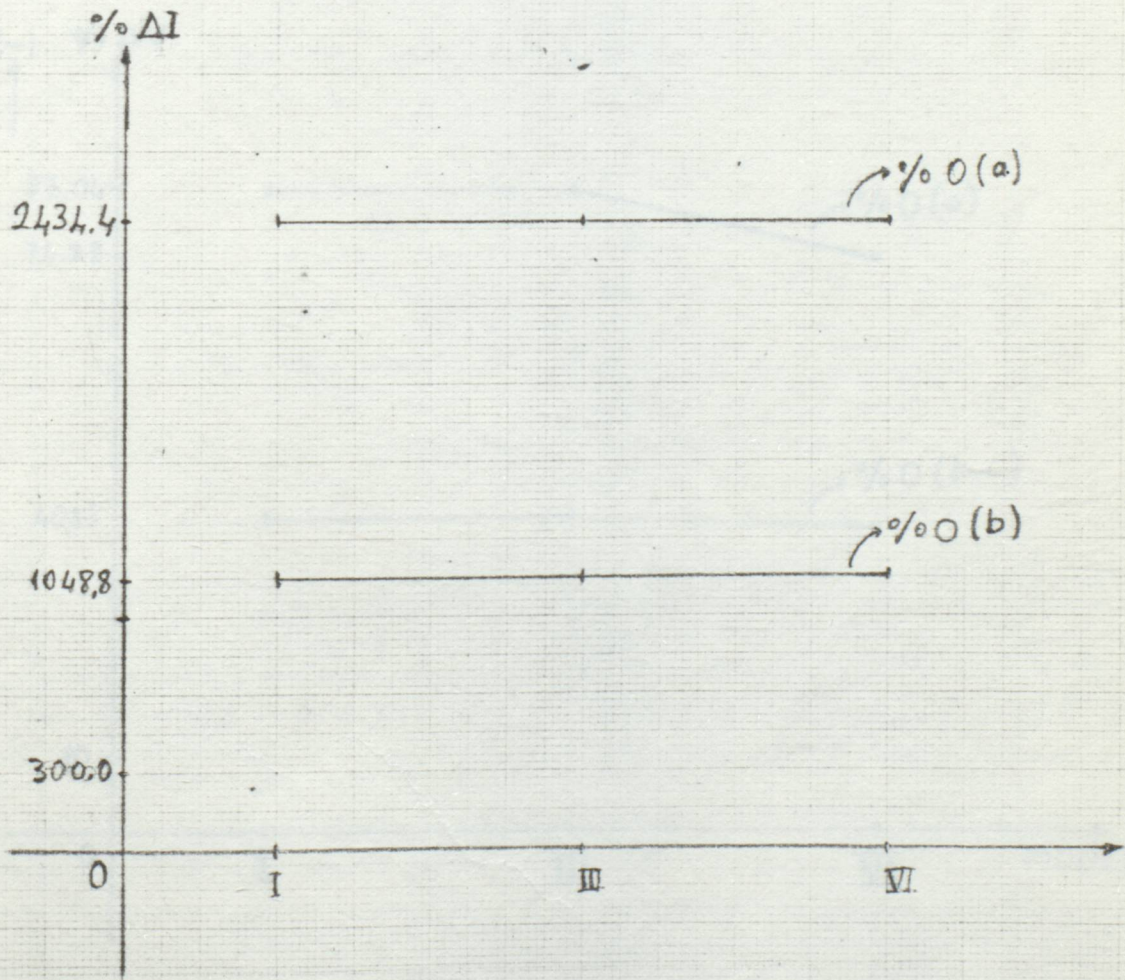
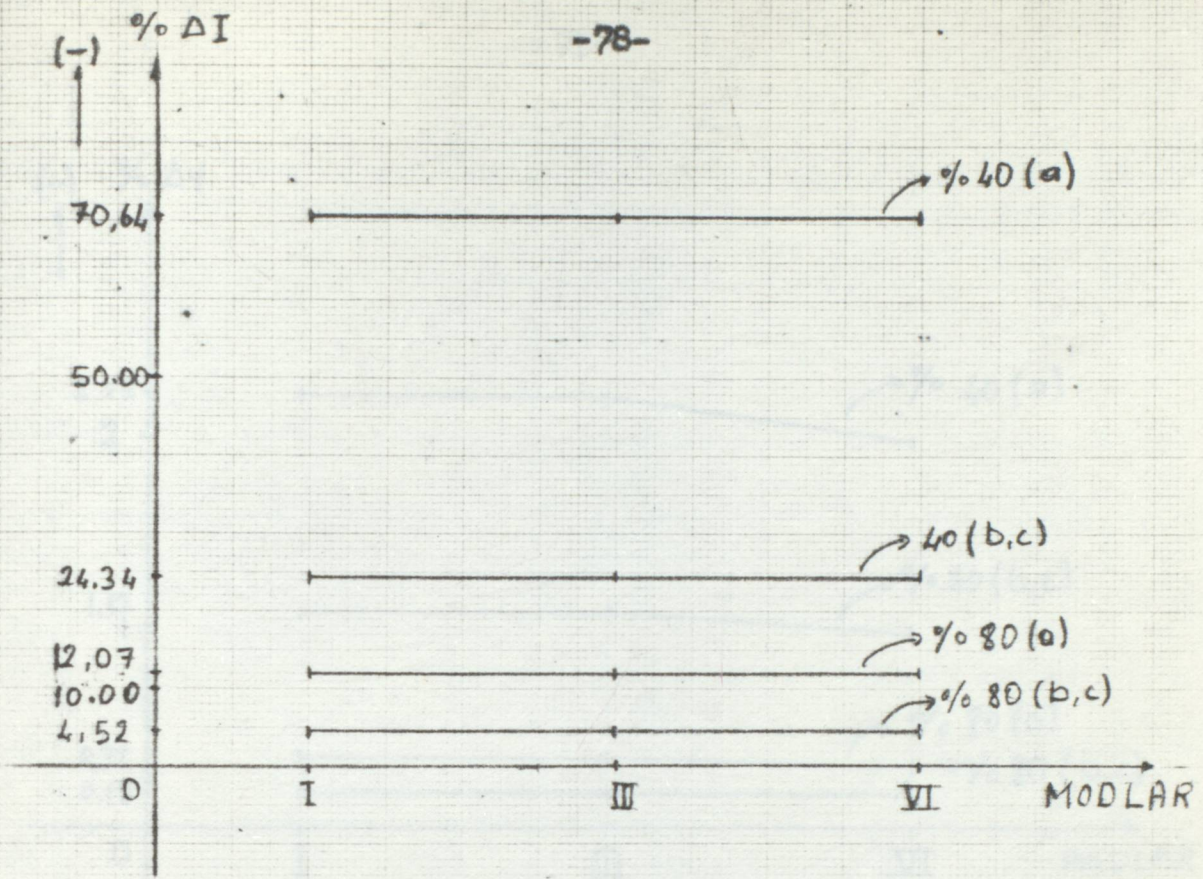
L	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
I	a	80	-0.46	-0.49	-0.46	-0.48	-0.50	-0.46
		40	-2.69	-2.88	-2.69	-2.82	-2.92	-2.69
		0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	b,c	80	-0.204	-0.22	-0.20	-0.21	-0.23	-0.20
		40	-1.20	-1.31	-1.19	-1.27	-1.33	-1.20
		0	-43.20	-44.01	-43.19	-43.71	-44.25	-43.19

H, I, J, K, L	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-0.46	-0.49	-0.46	-0.48	-0.50	-0.46
		40	-2.69	-2.88	-2.69	-2.82	-2.91	-2.69
		0	-100.0	-100.0	-100.0	-99.9	-100.0	-100.0
	b,c	80	-0.20	-0.22	-0.20	-0.22	-0.23	-0.20
		40	-1.20	-1.31	-1.20	-1.27	-1.33	-1.20
		0	-43.19	-44.01	-43.19	-43.71	-44.25	-43.20

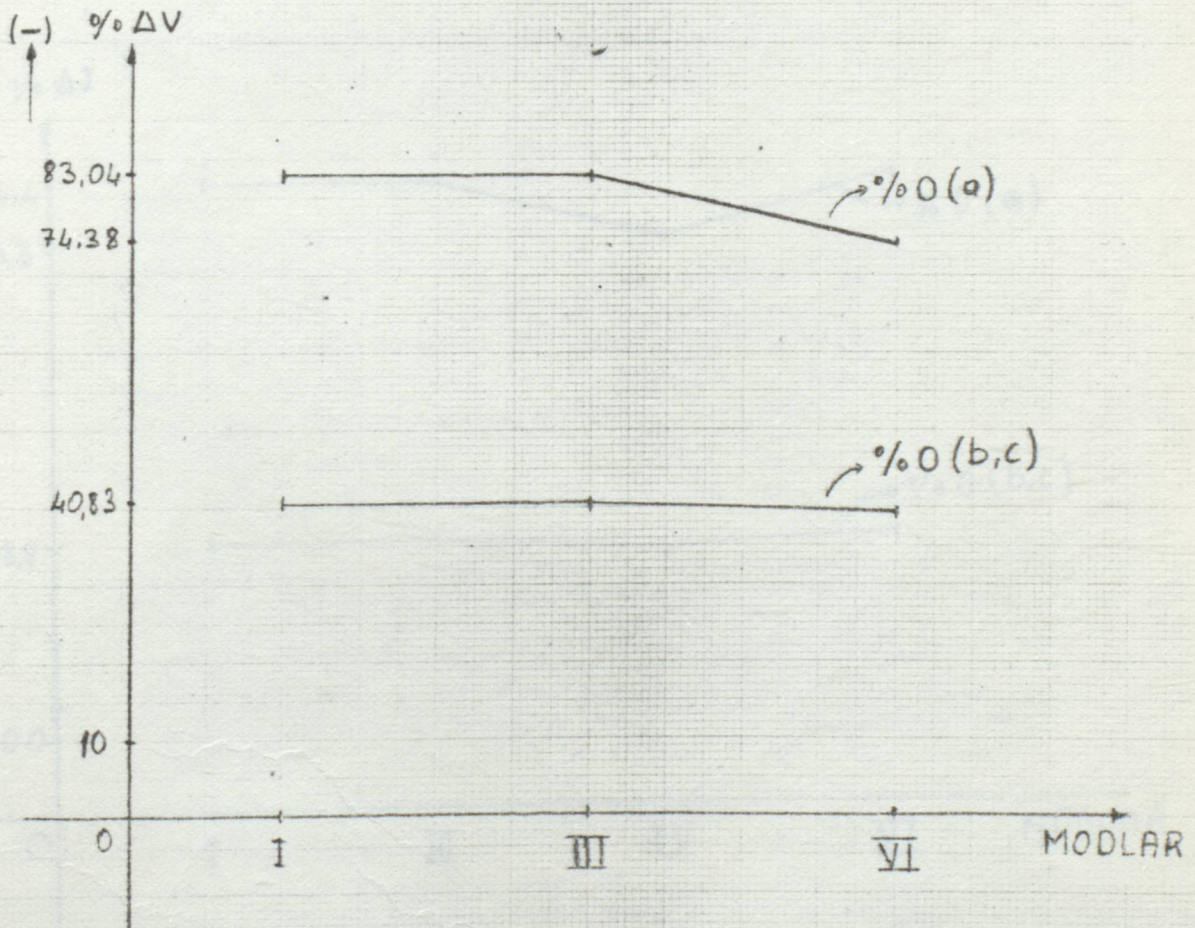
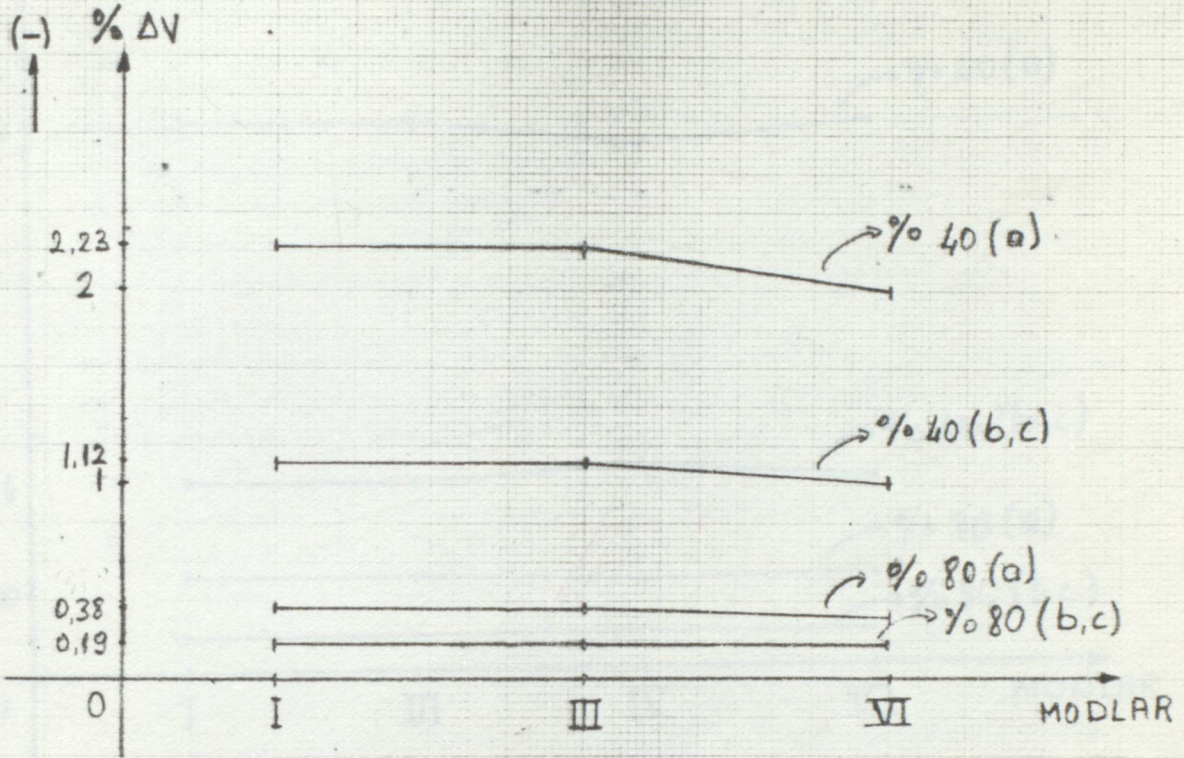
Vc	Faz	%	MOD I	MOD II	MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI
V	a	80	-12.07	-11.31	-12.07	-11.55	-11.23	-12.07
		40	-70.64	-66.13	-70.64	-67.58	-65.65	-70.64
		0	2434.40	2012.19	2434.40	2203.3	2057.85	2434.41
	b,c	80	-4.52	-4.95	-4.52	-4.80	-4.98	-4.52
		40	-24.34	-27.20	-24.34	-26.28	-27.49	-24.34
		0	1048.83	990.48	1048.84	1002.32	970.26	1048.83



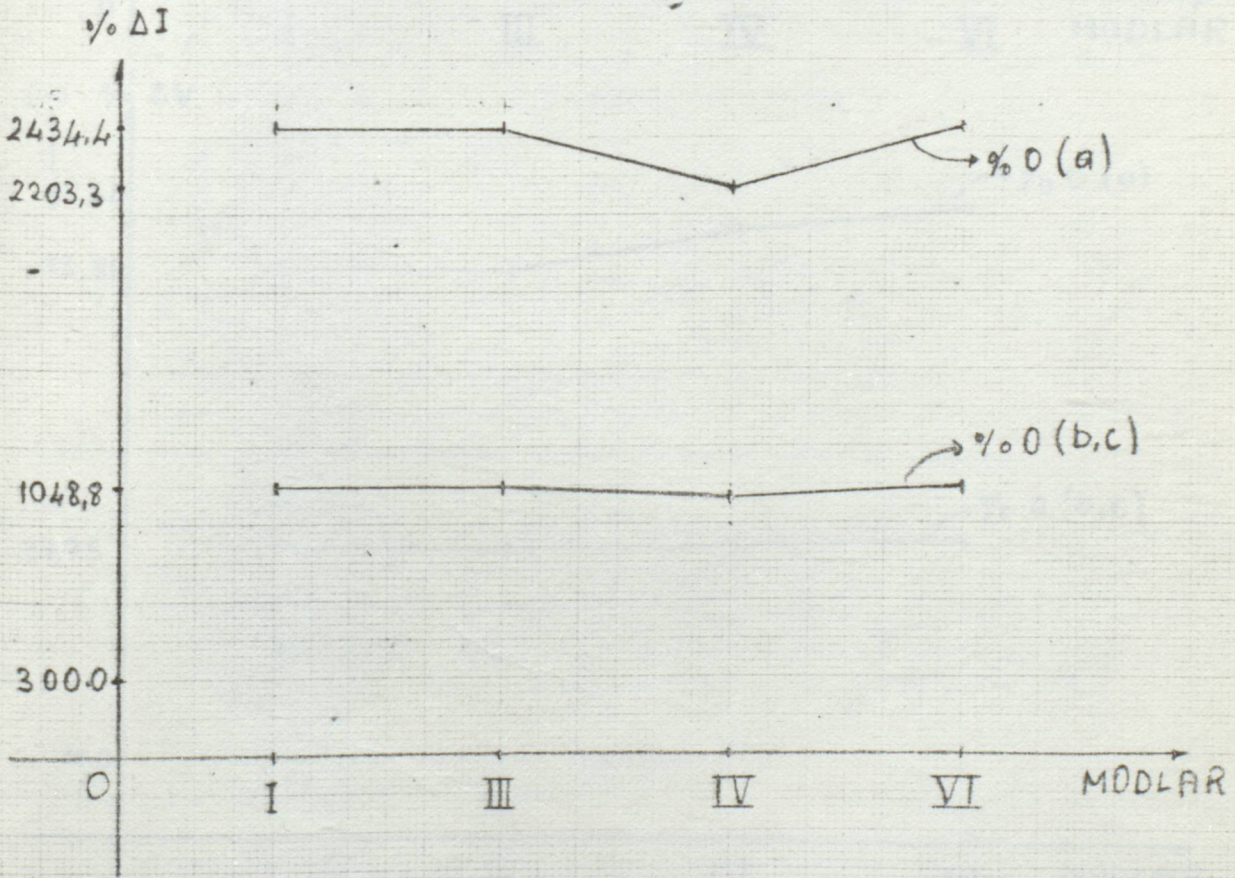
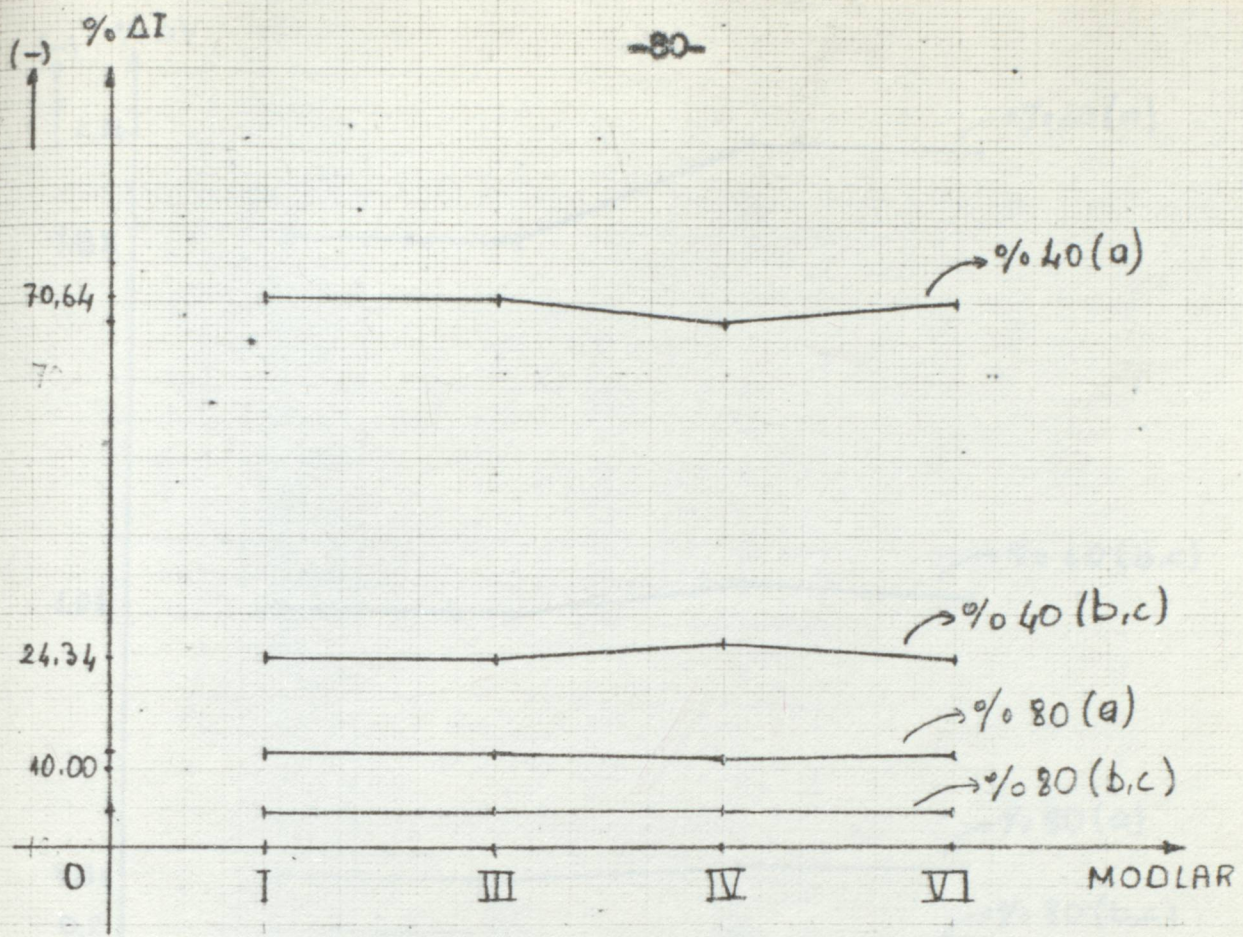
A NOKTASININ BULUNDUGU MODLARA GÖRE
YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



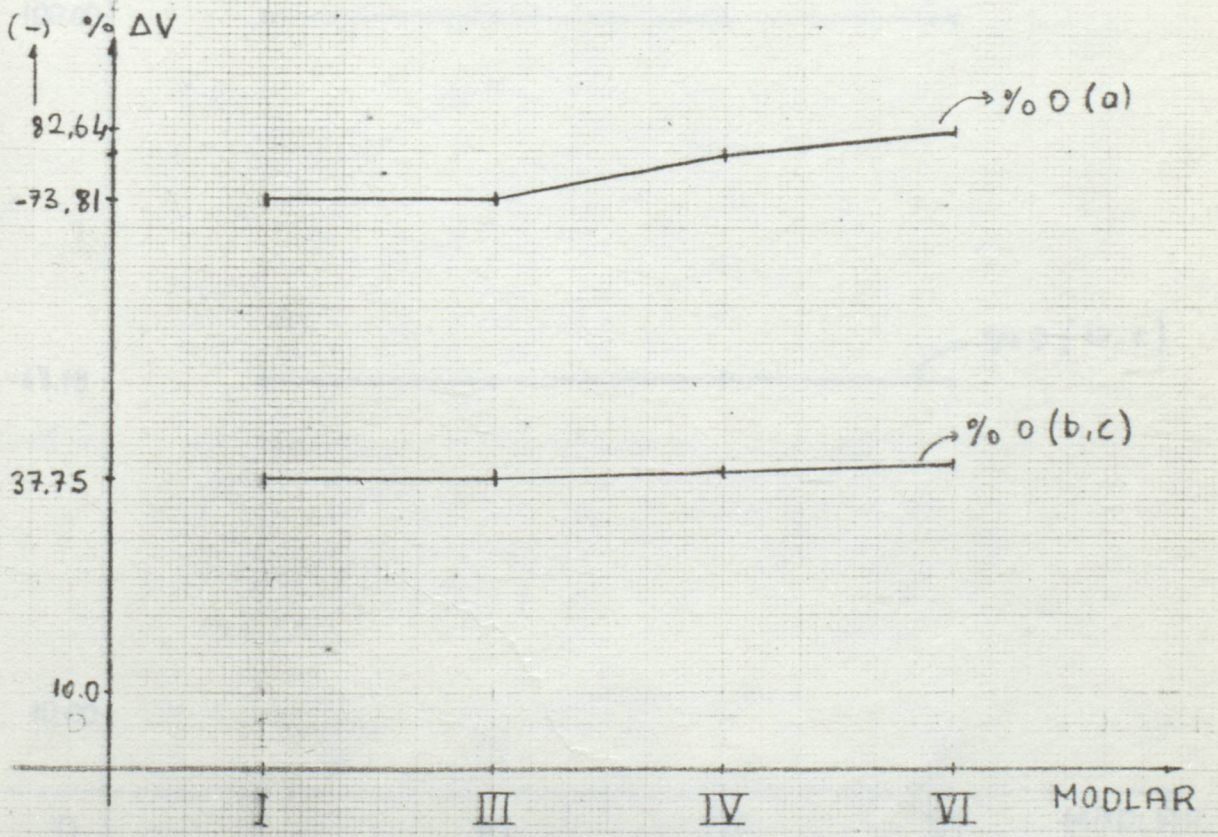
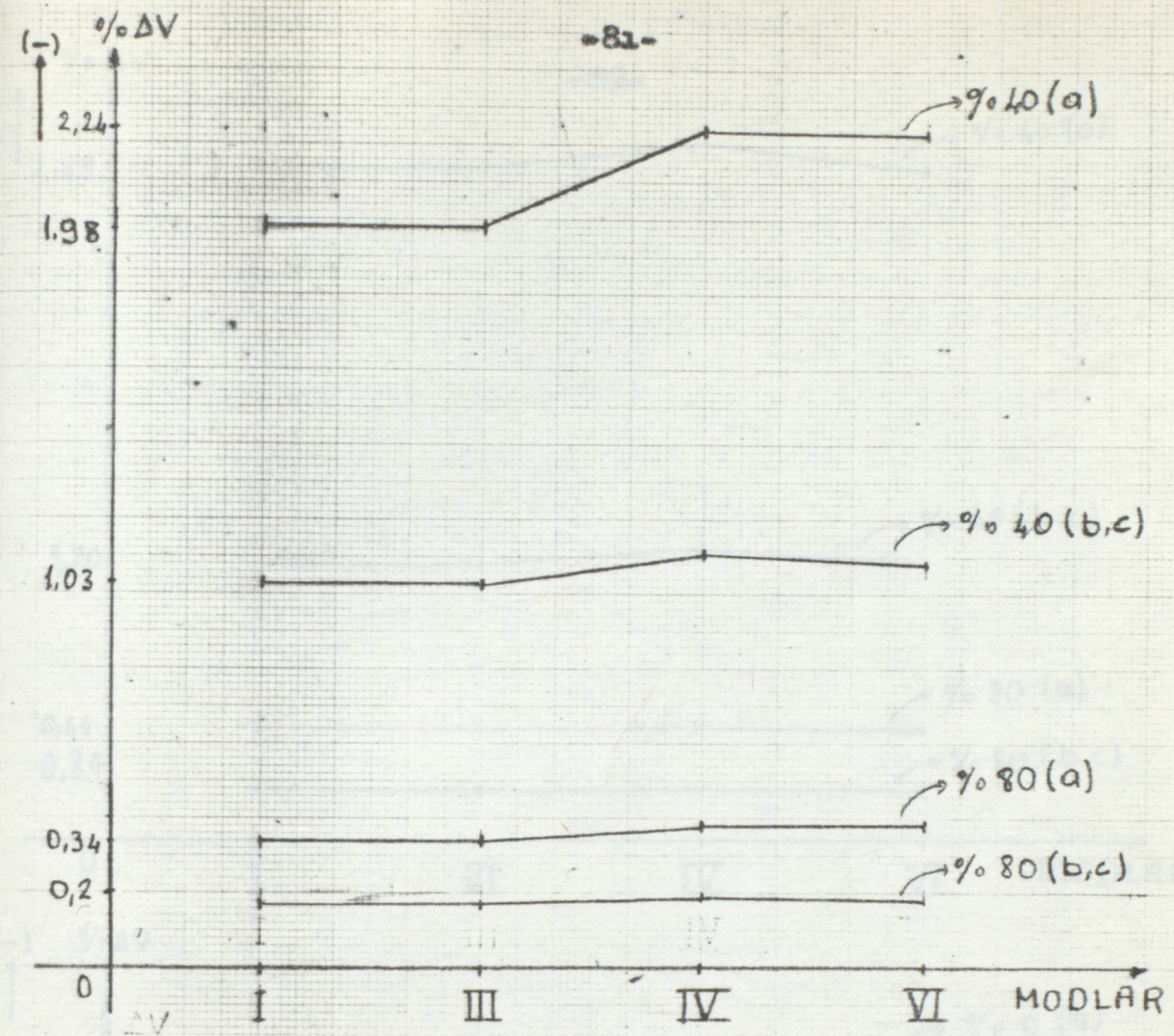
A ve B NOKTASININ BULUNDUKLARI MODLARA GÖRE YÜZDE AKIM DEĞİŞMELERİ



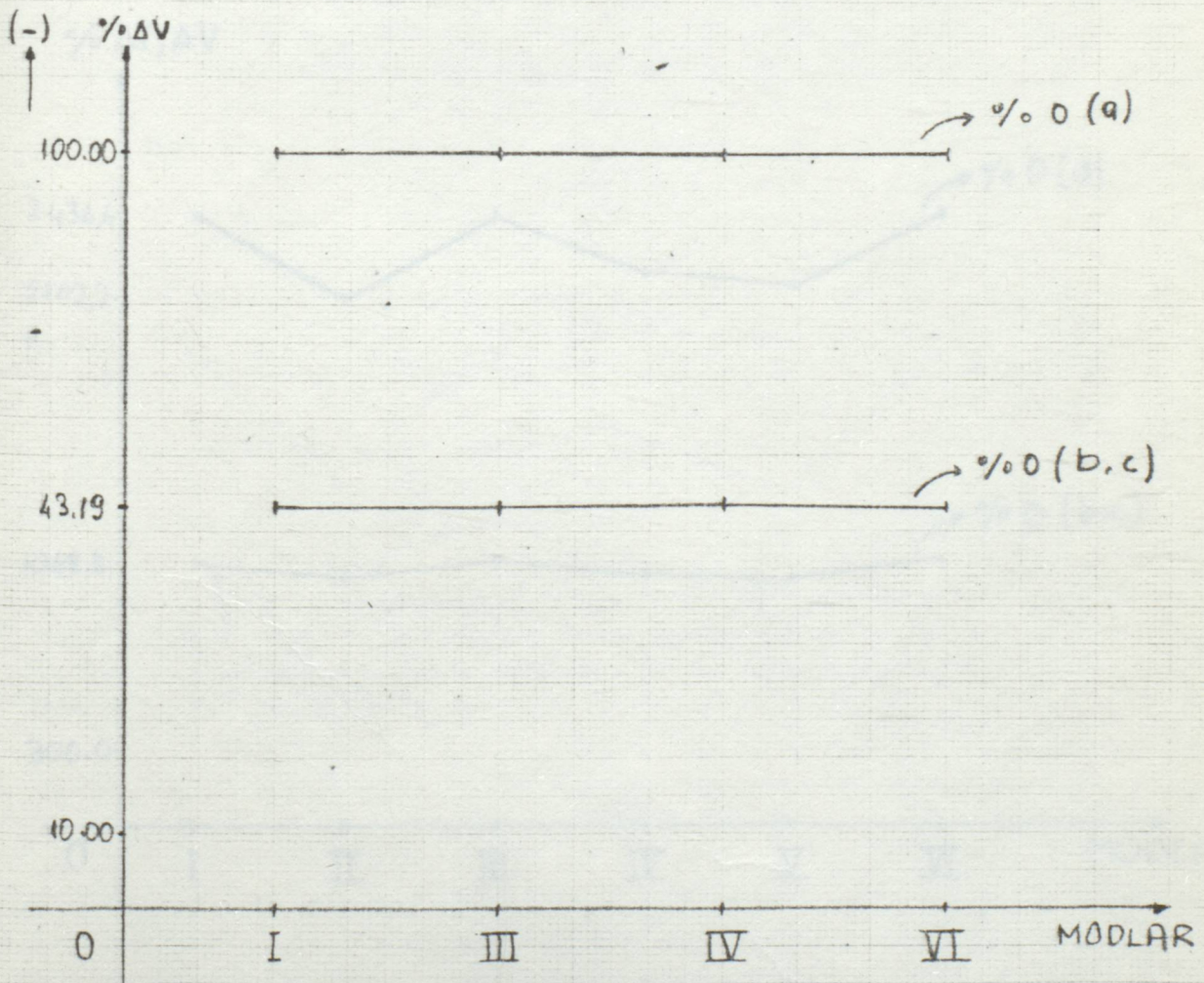
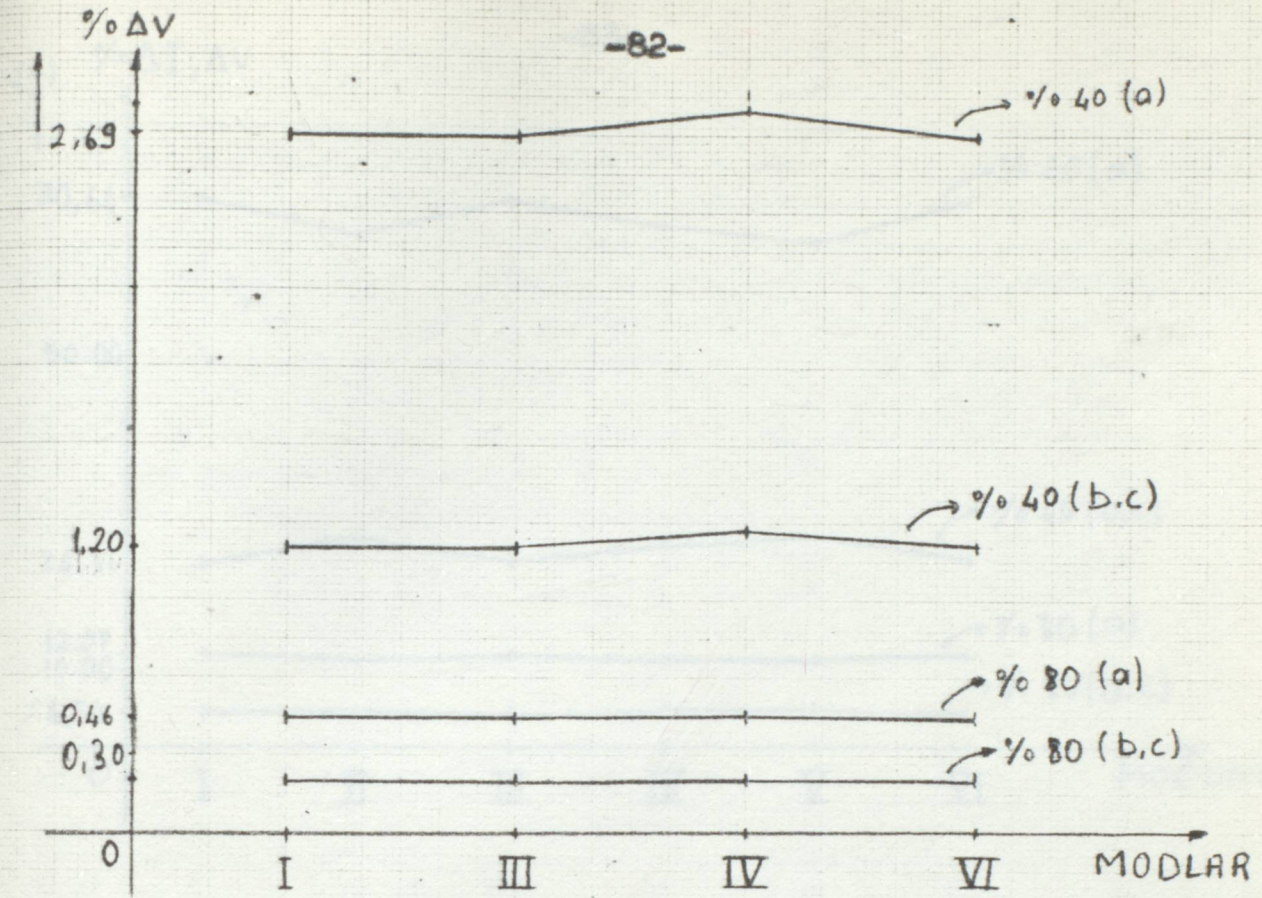
B NOKTASININ BULUNDUĞU MODLARA GÖRE
YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



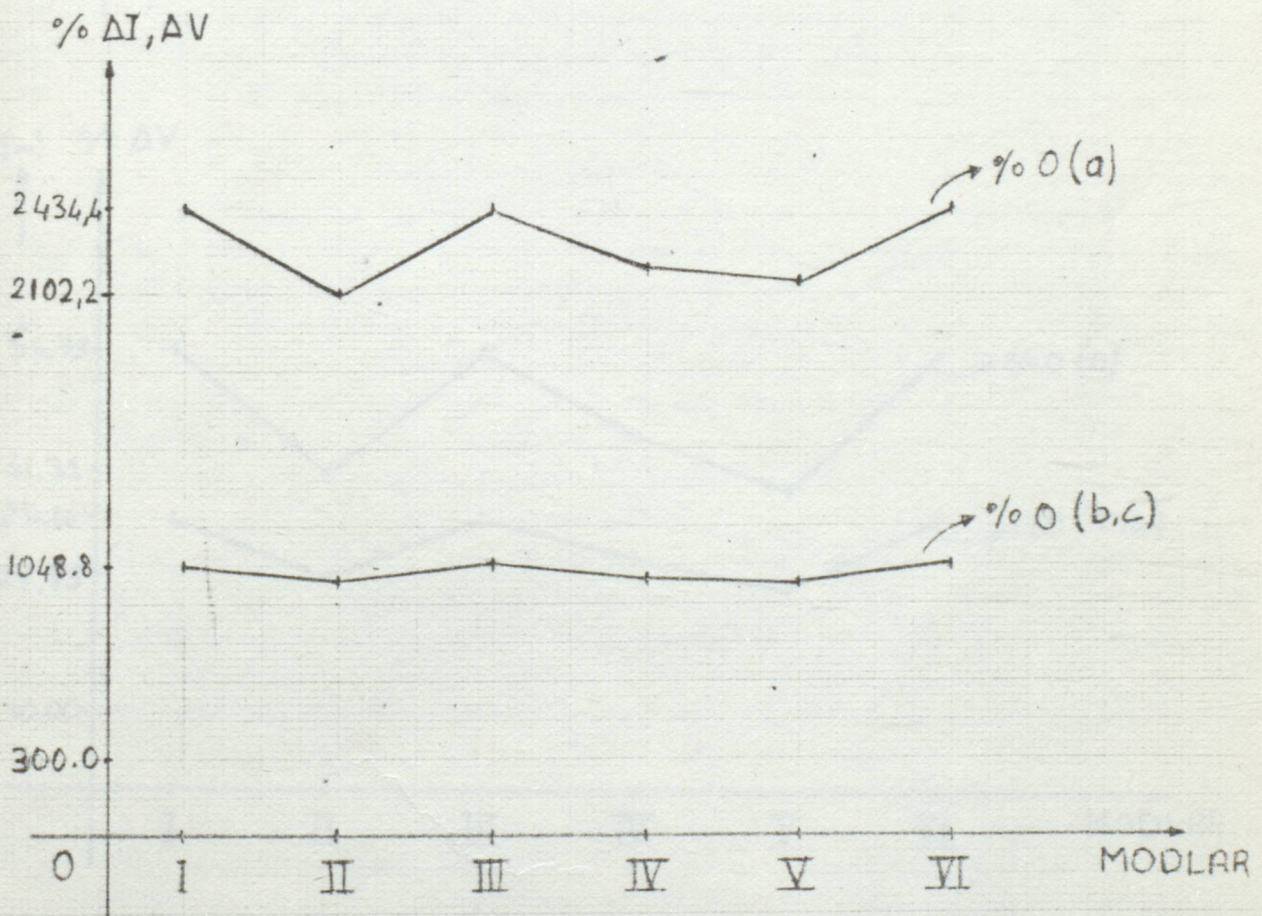
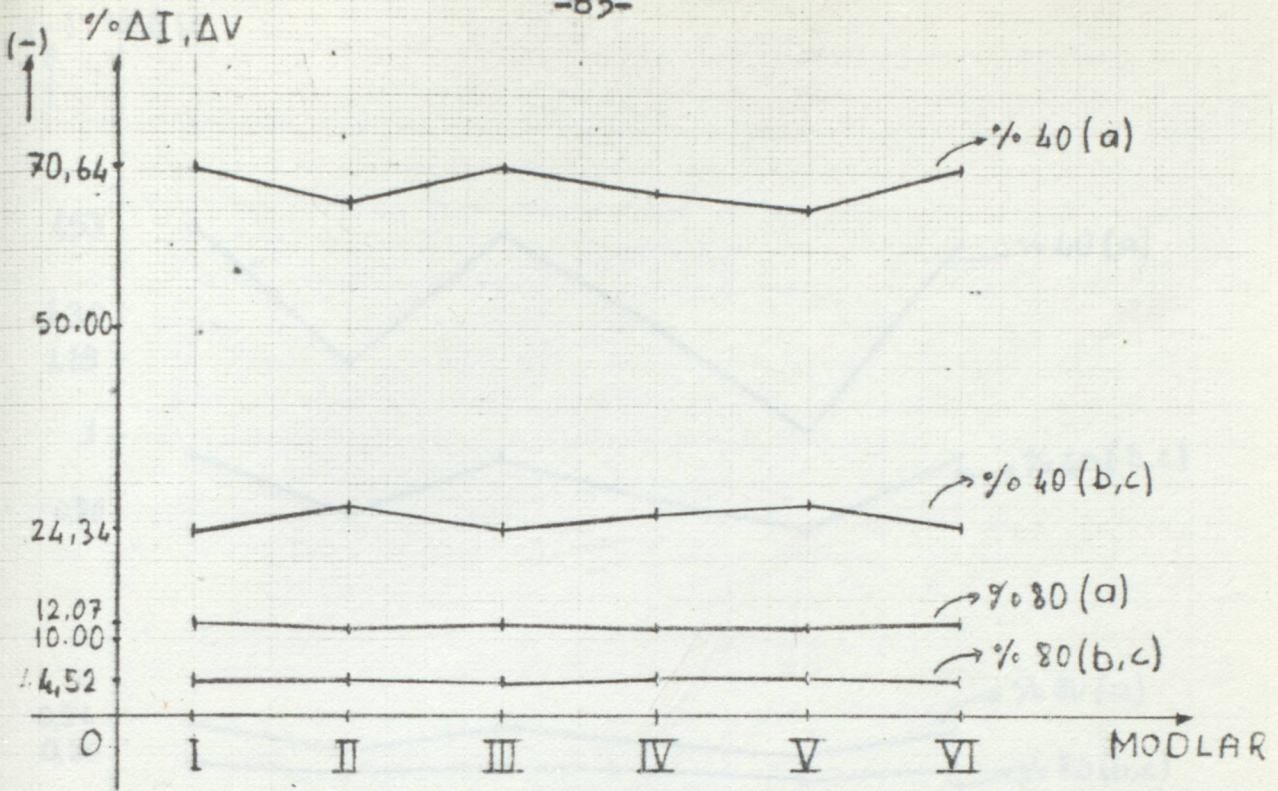
C ve D NOKTASININ, BULUNDUKLARI MODLARA GÖRE YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



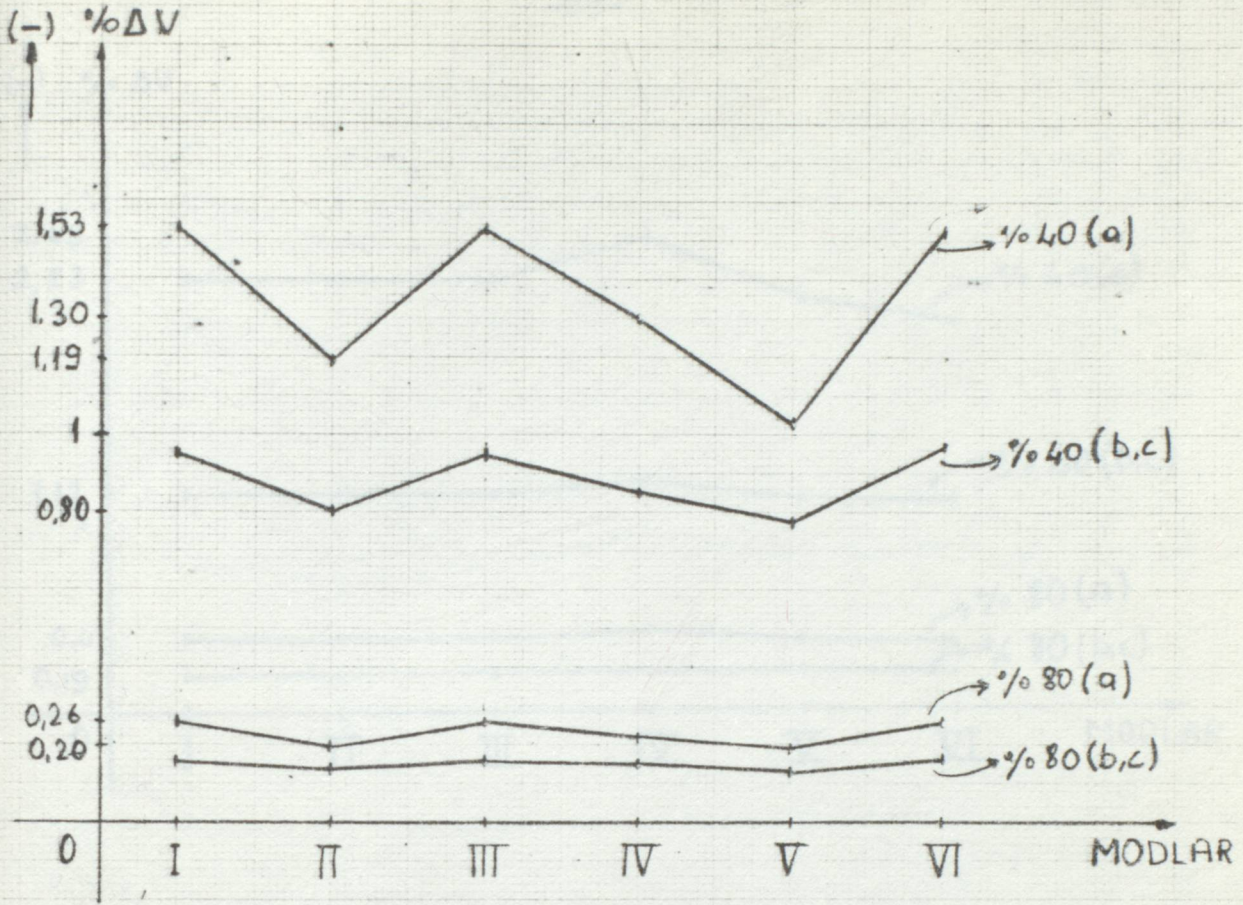
C NOKTASININ, BULUNDUĞU MODLARA
GÖRE, YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



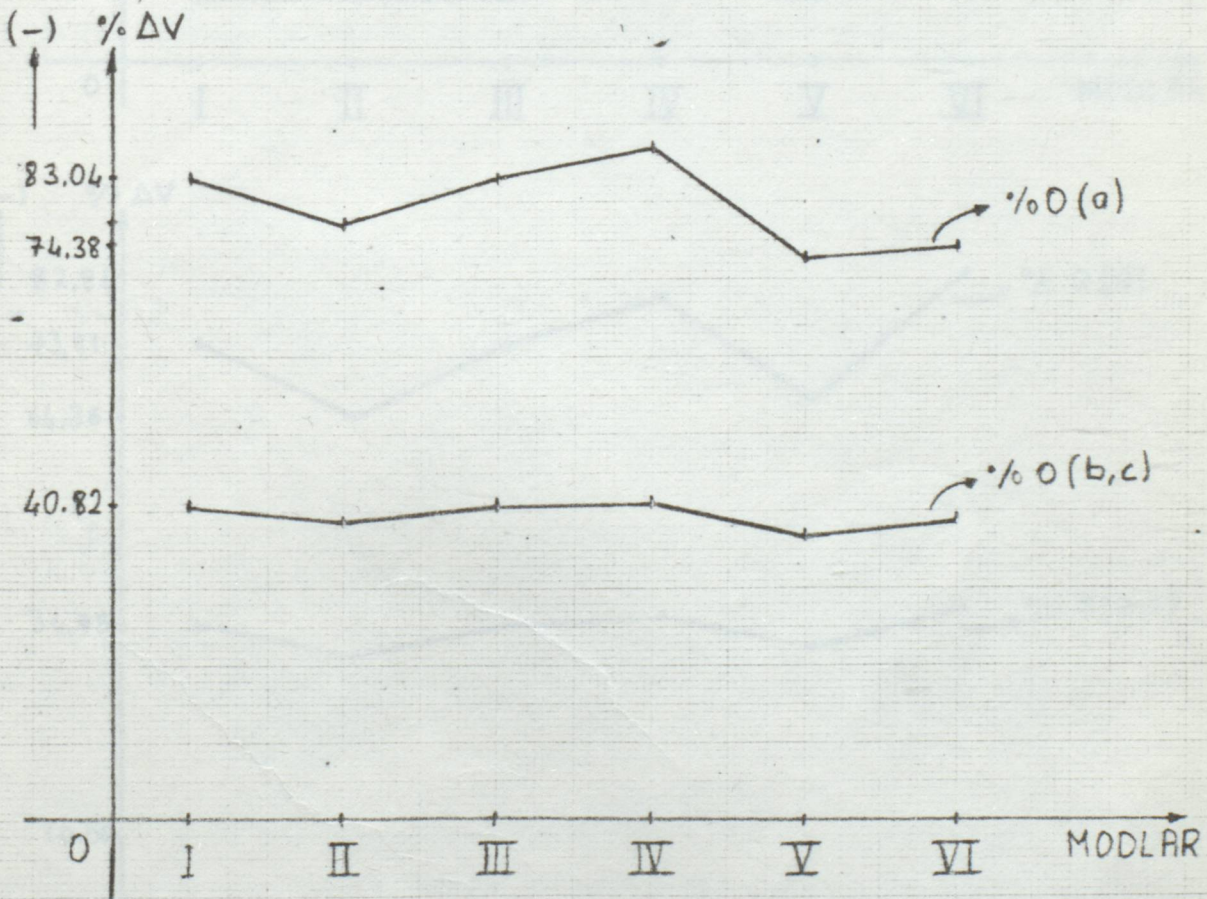
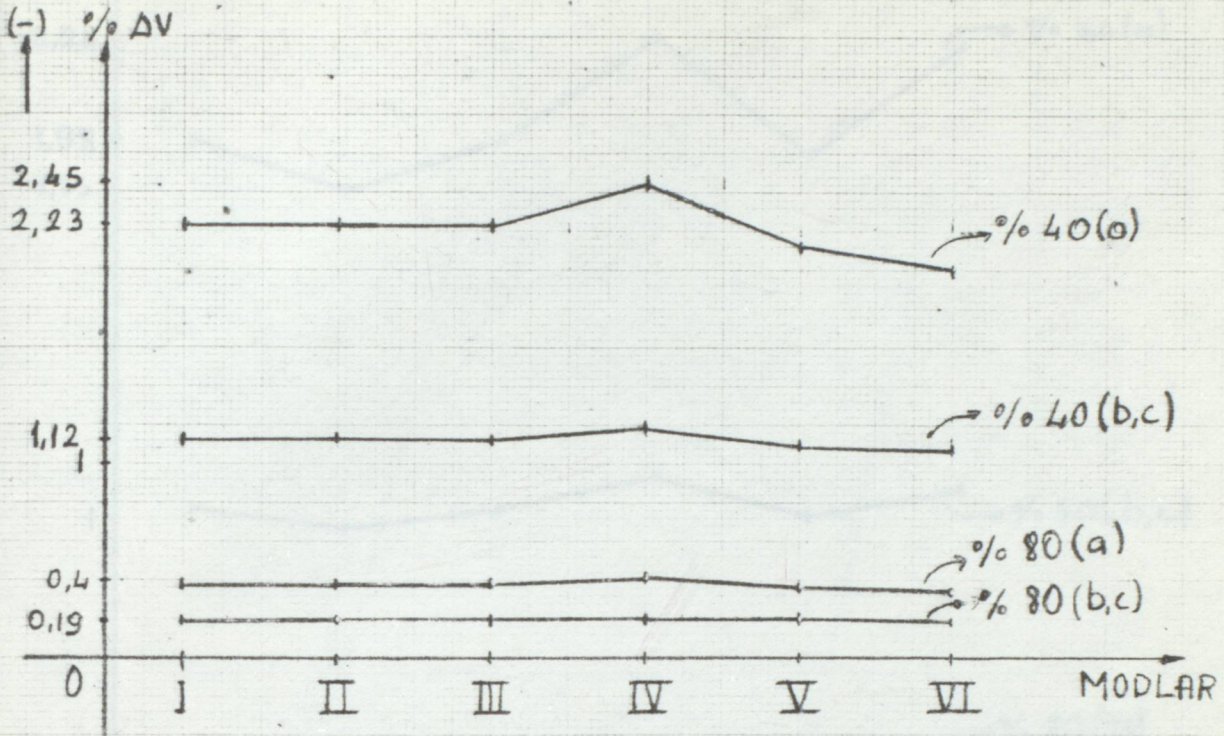
D NOKTASININ, BULUNDUĞU MODLARA GÖRE, YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



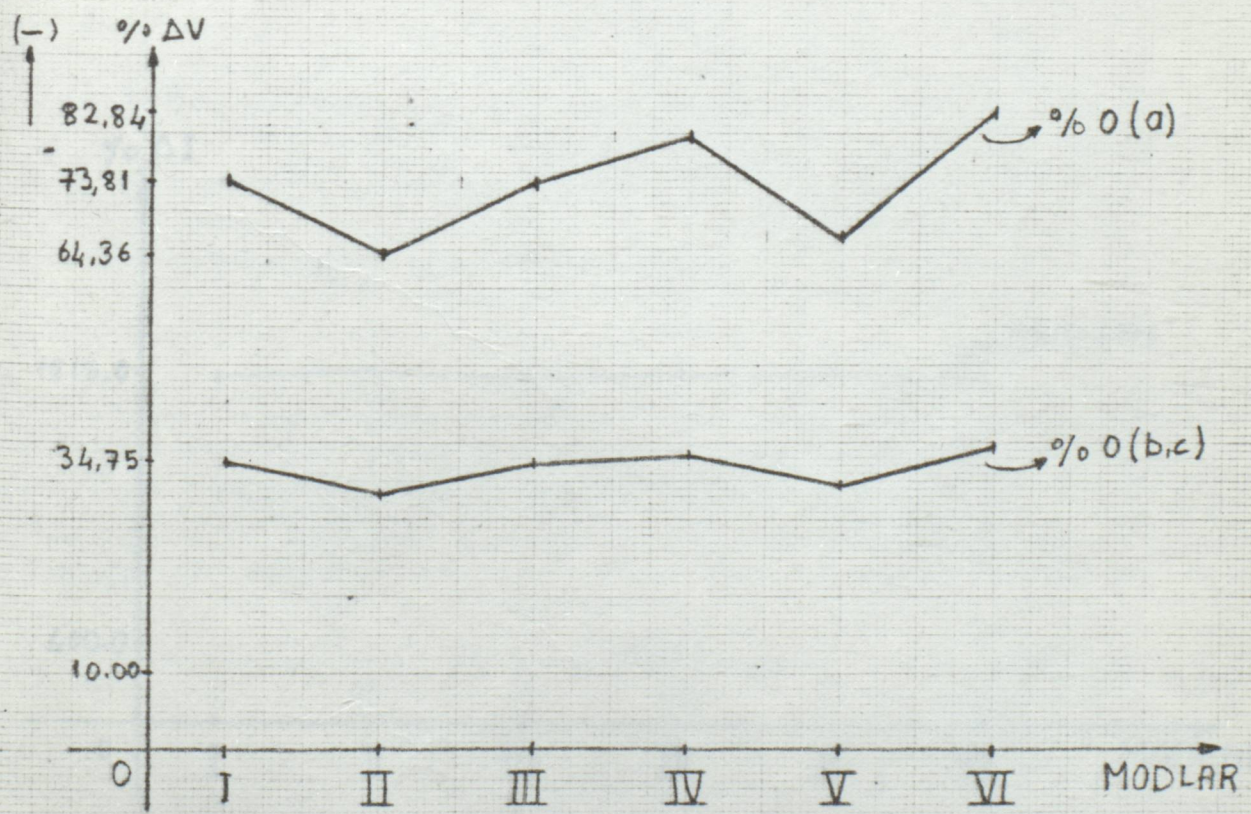
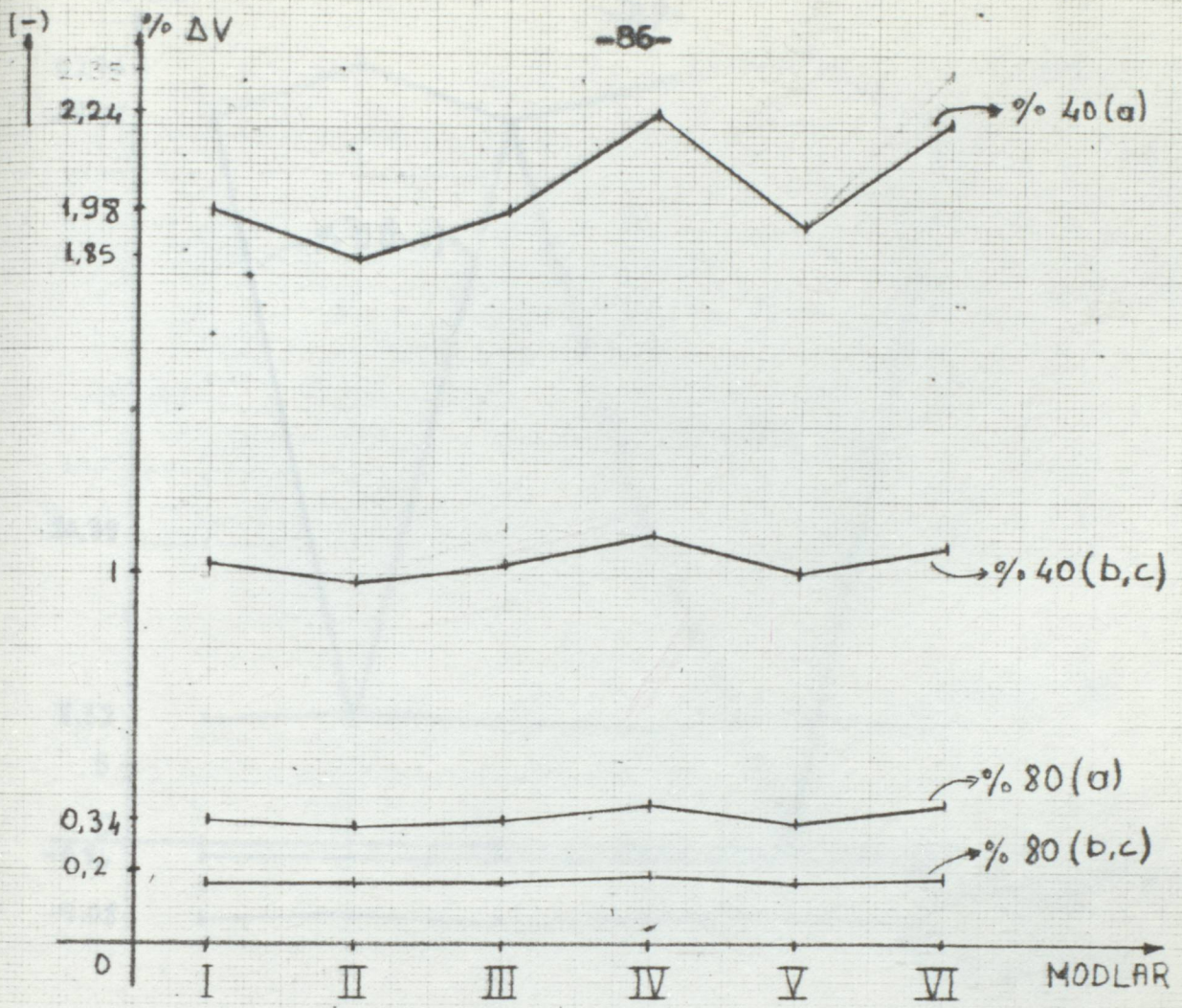
MODLARA GÖRE, E,F,G,H NOKTALARININ YÜZDE AKIM ve KONDANSATÖRLERİN YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



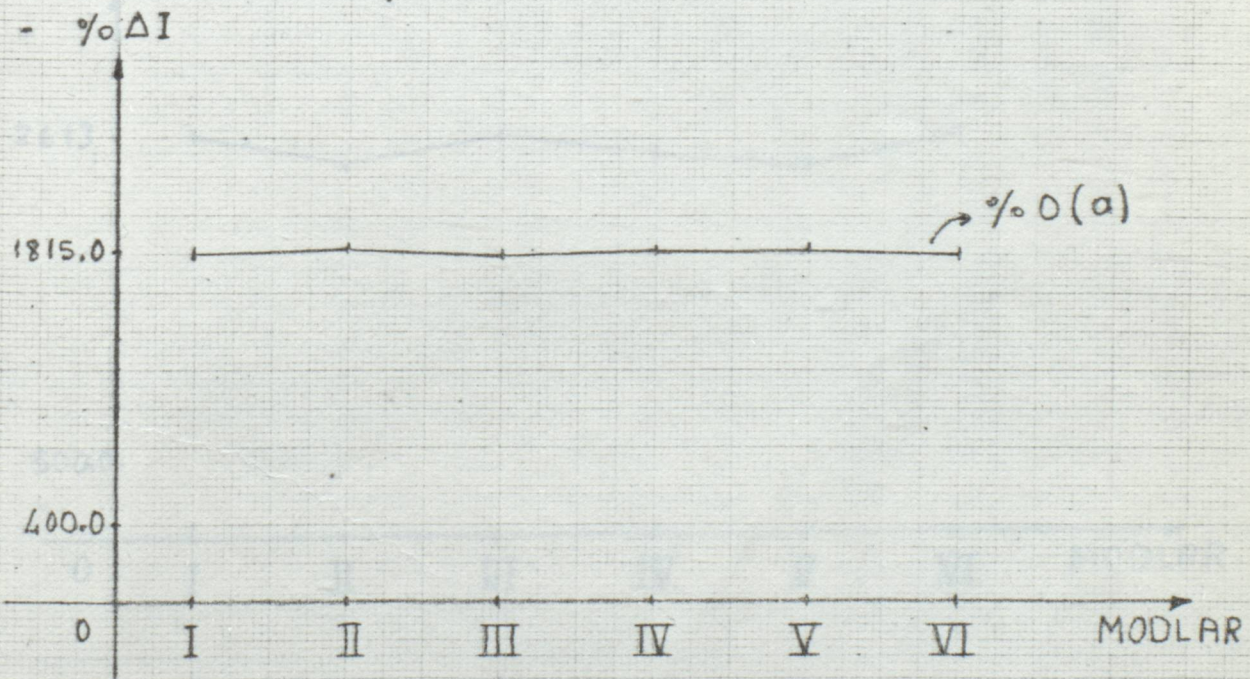
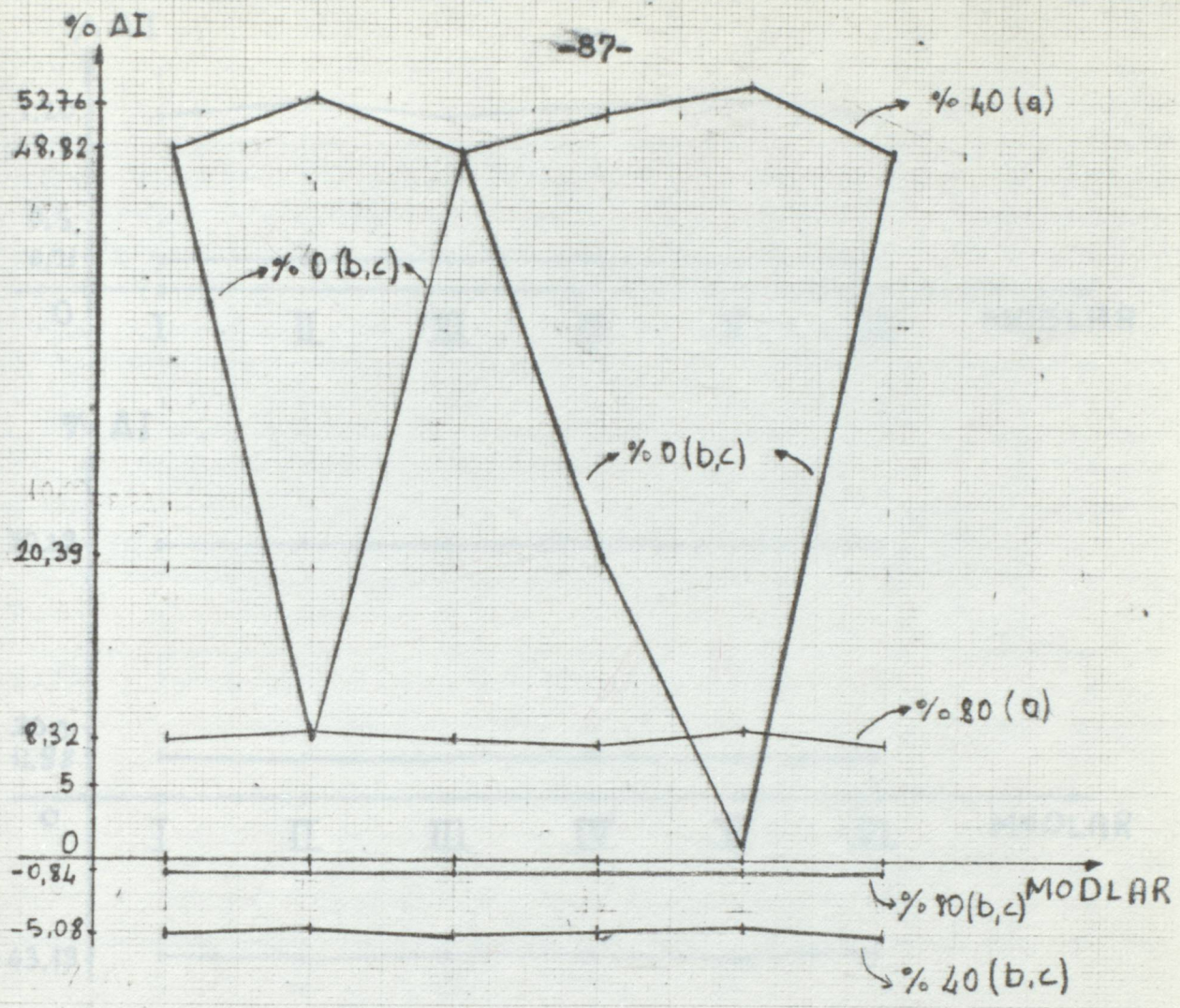
E NOKTASININ, MODLARA GÖRE,
YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



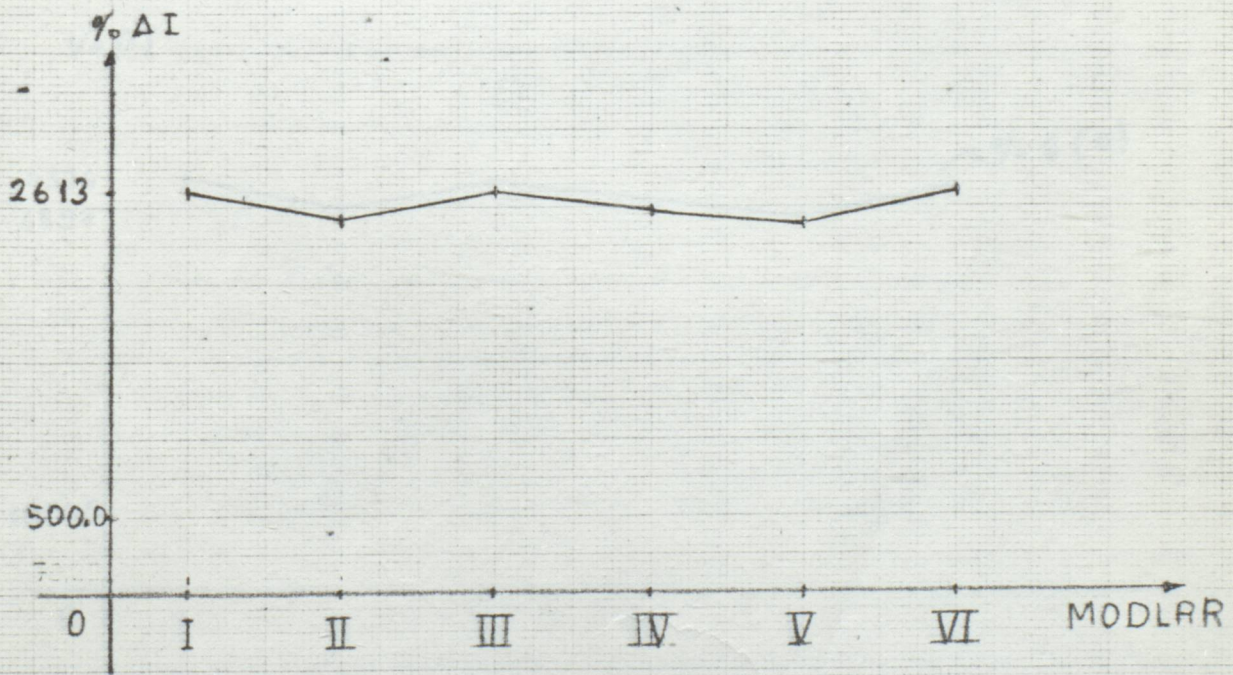
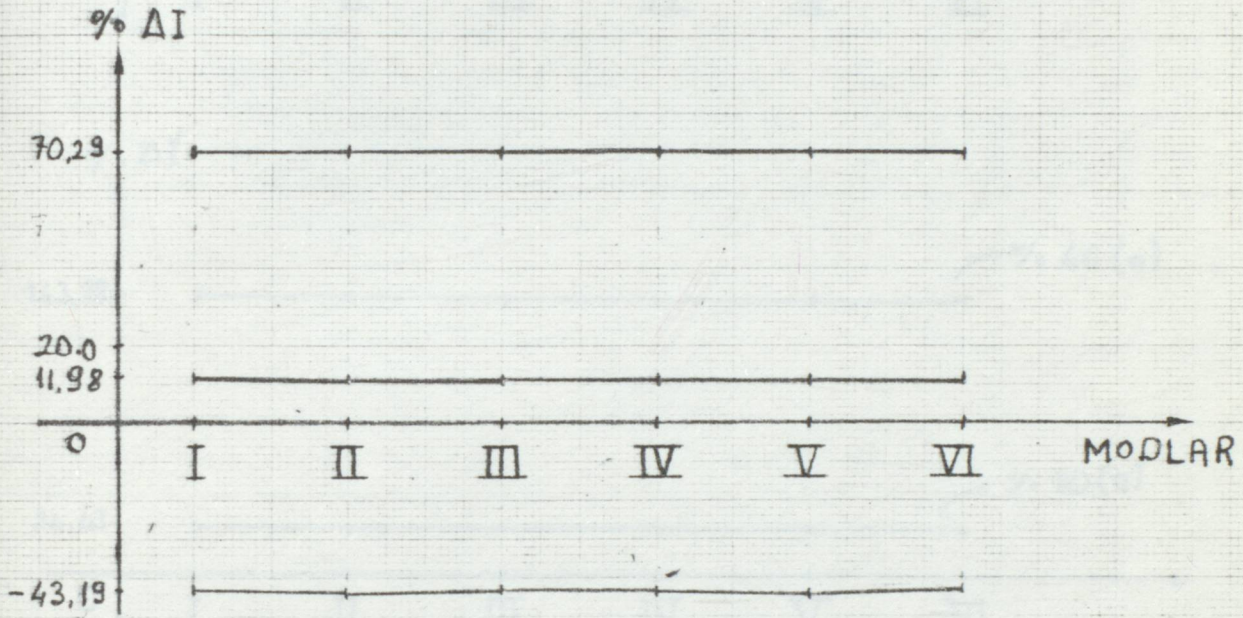
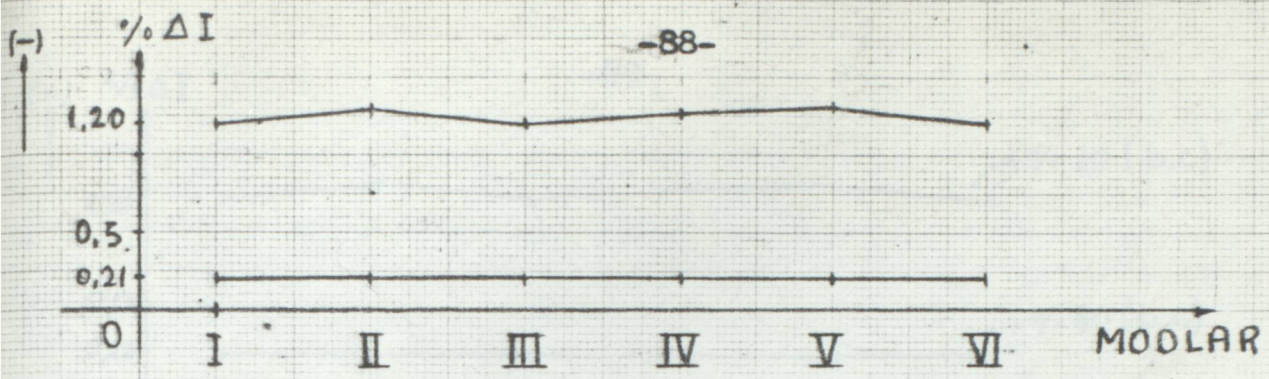
F NOKTASININ, MODLARA GÖRE,
YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



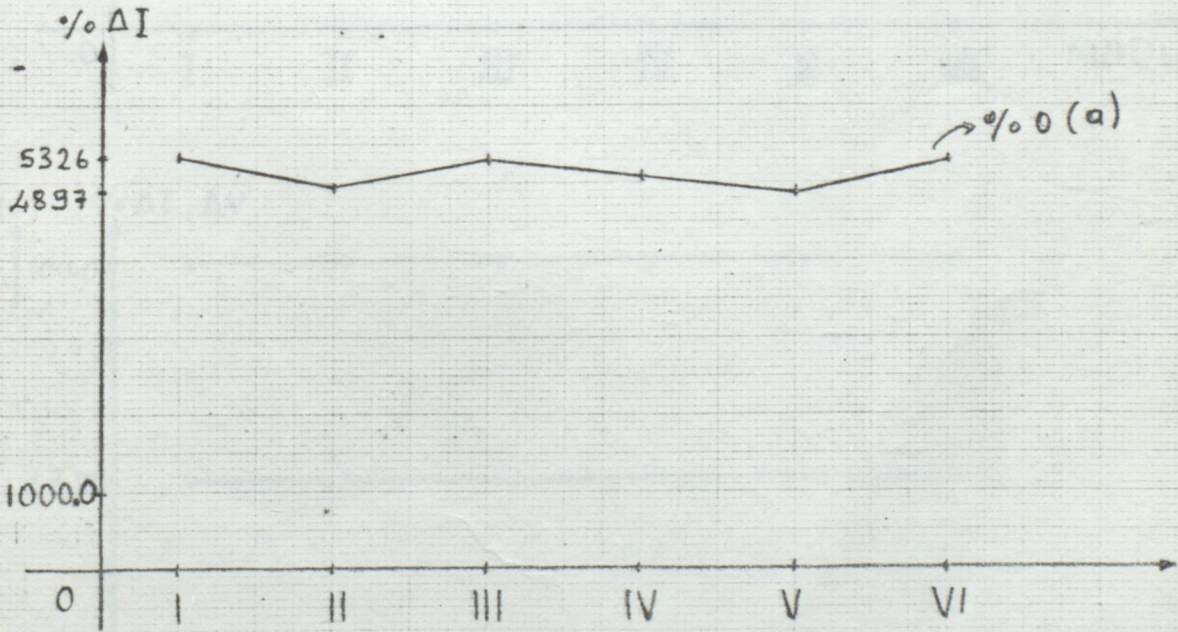
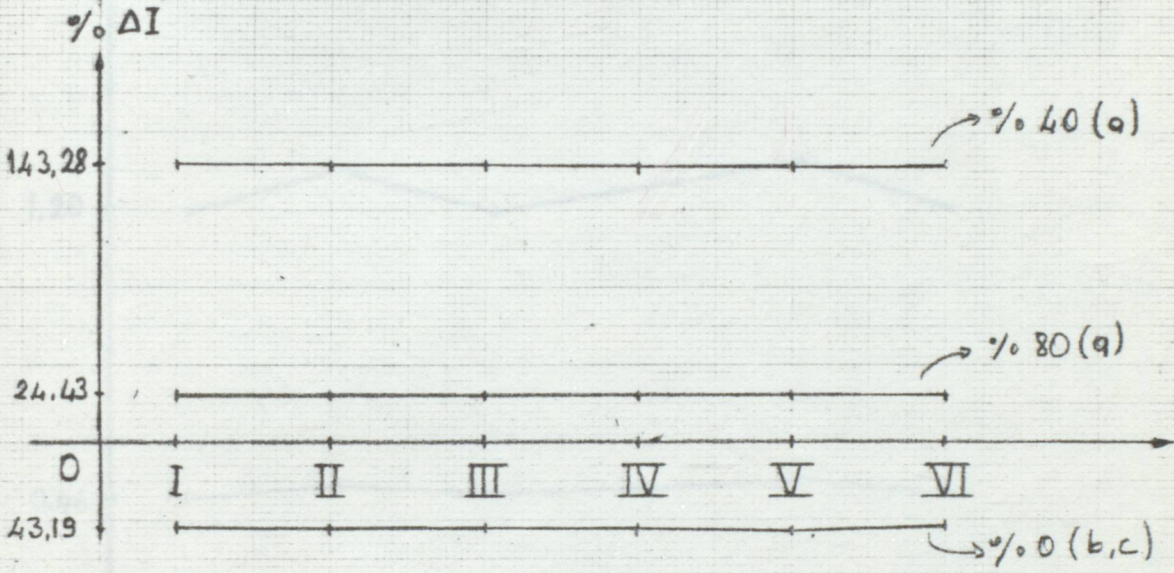
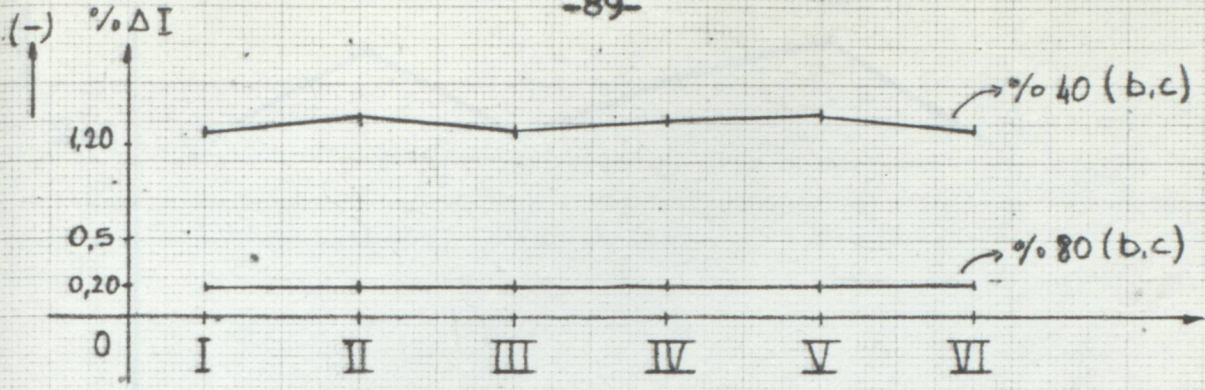
6 NOKTASININ, MODLARA GÖRE YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMLERİ



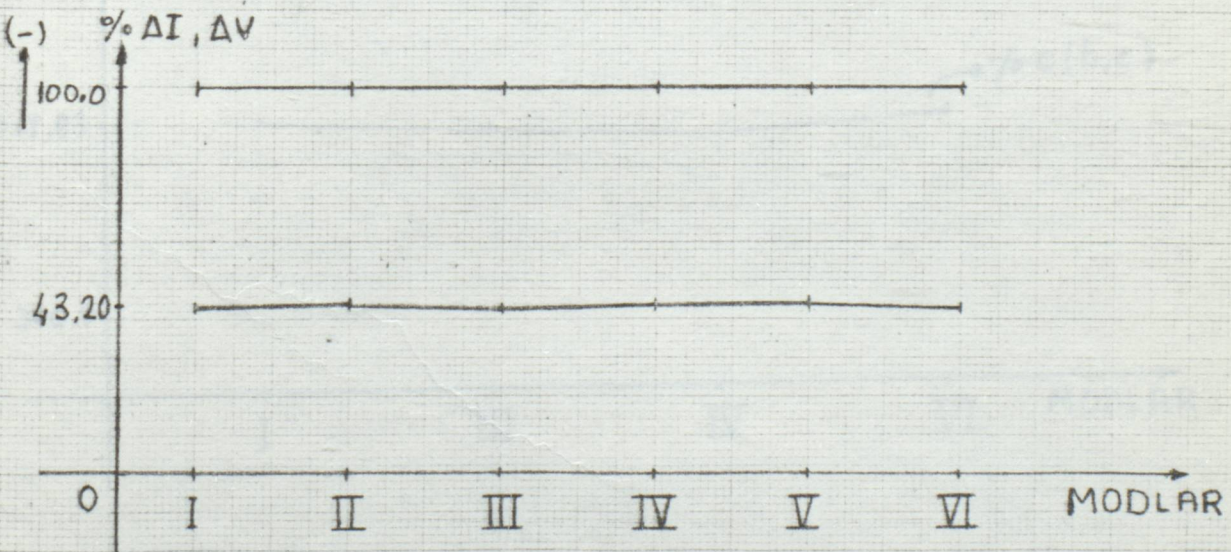
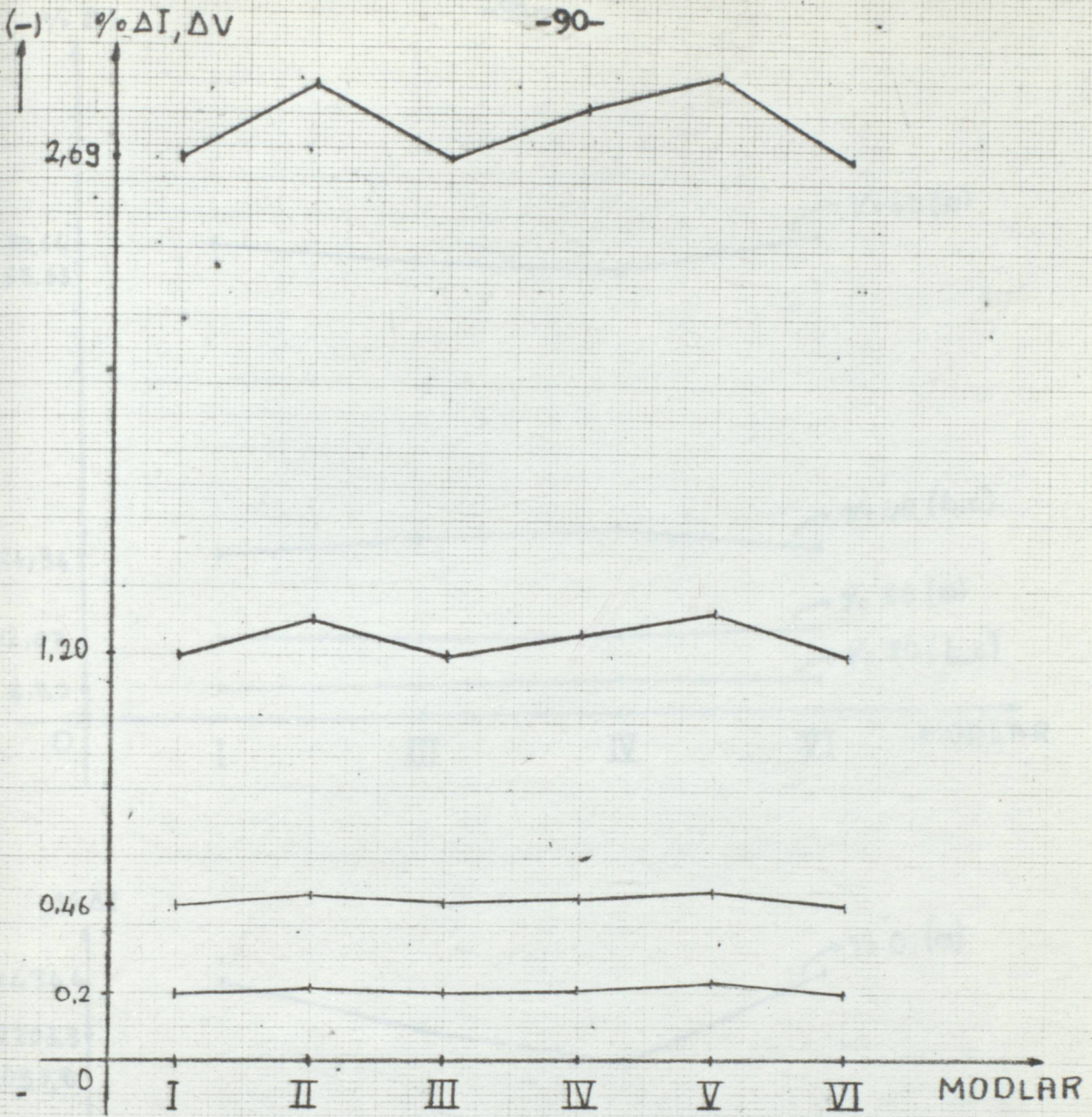
I NOKTASININ MODLARA GÖRE
YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



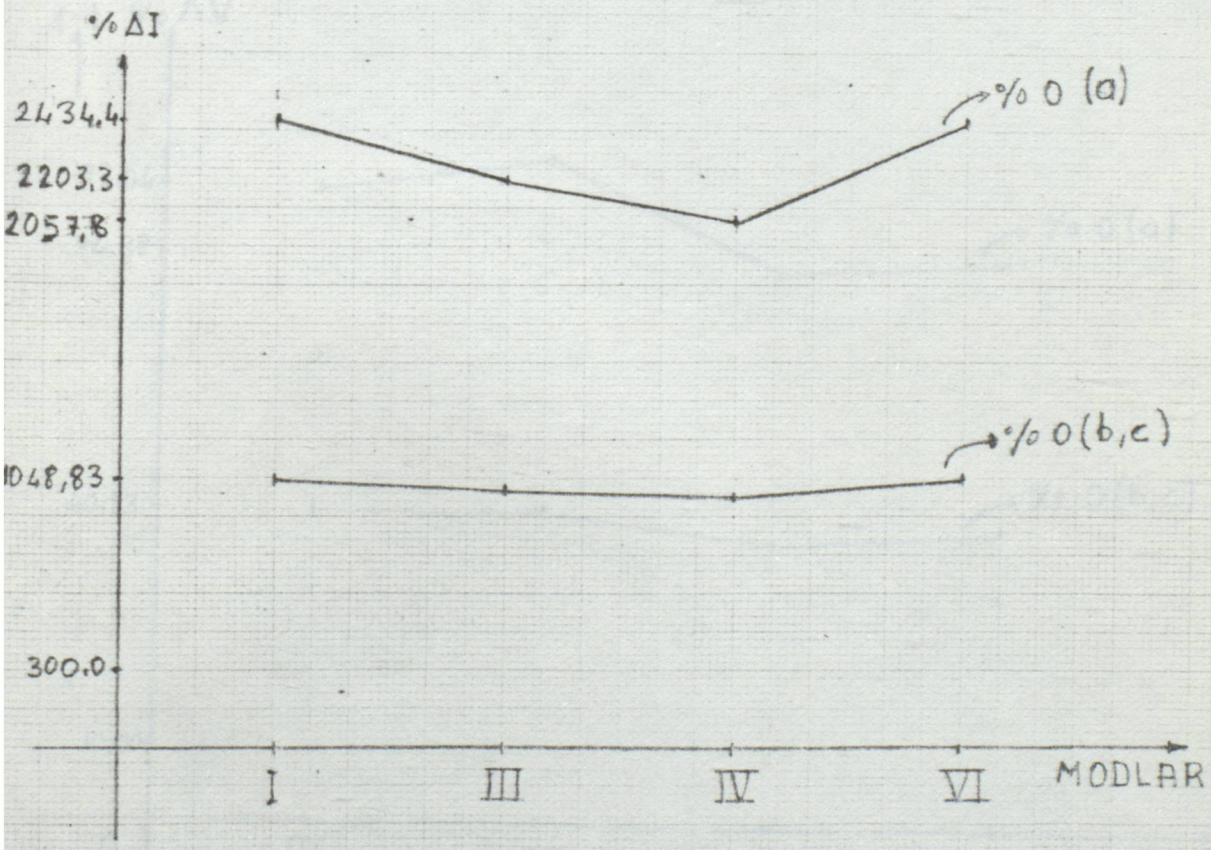
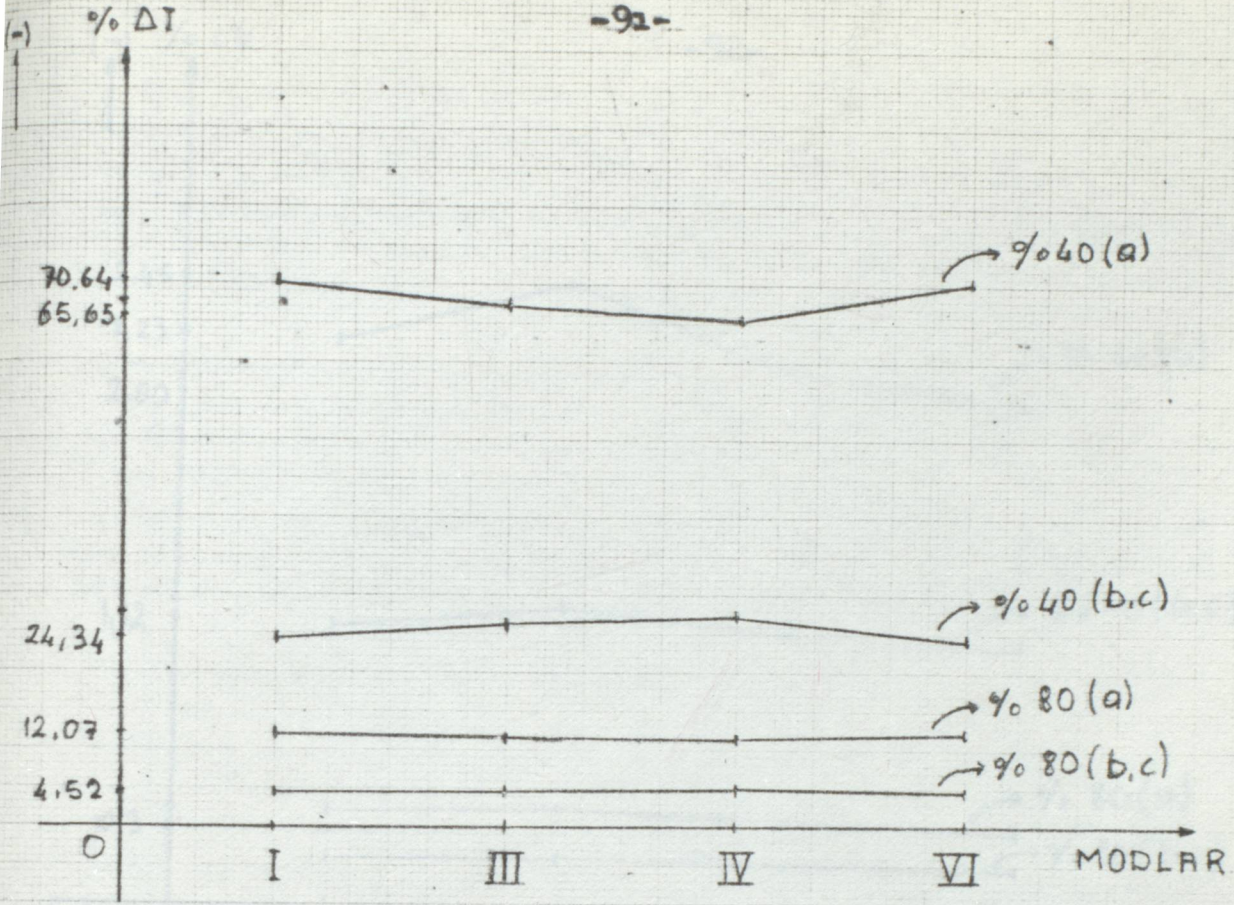
J NOKTASININ, MODLARA GÖRE
YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



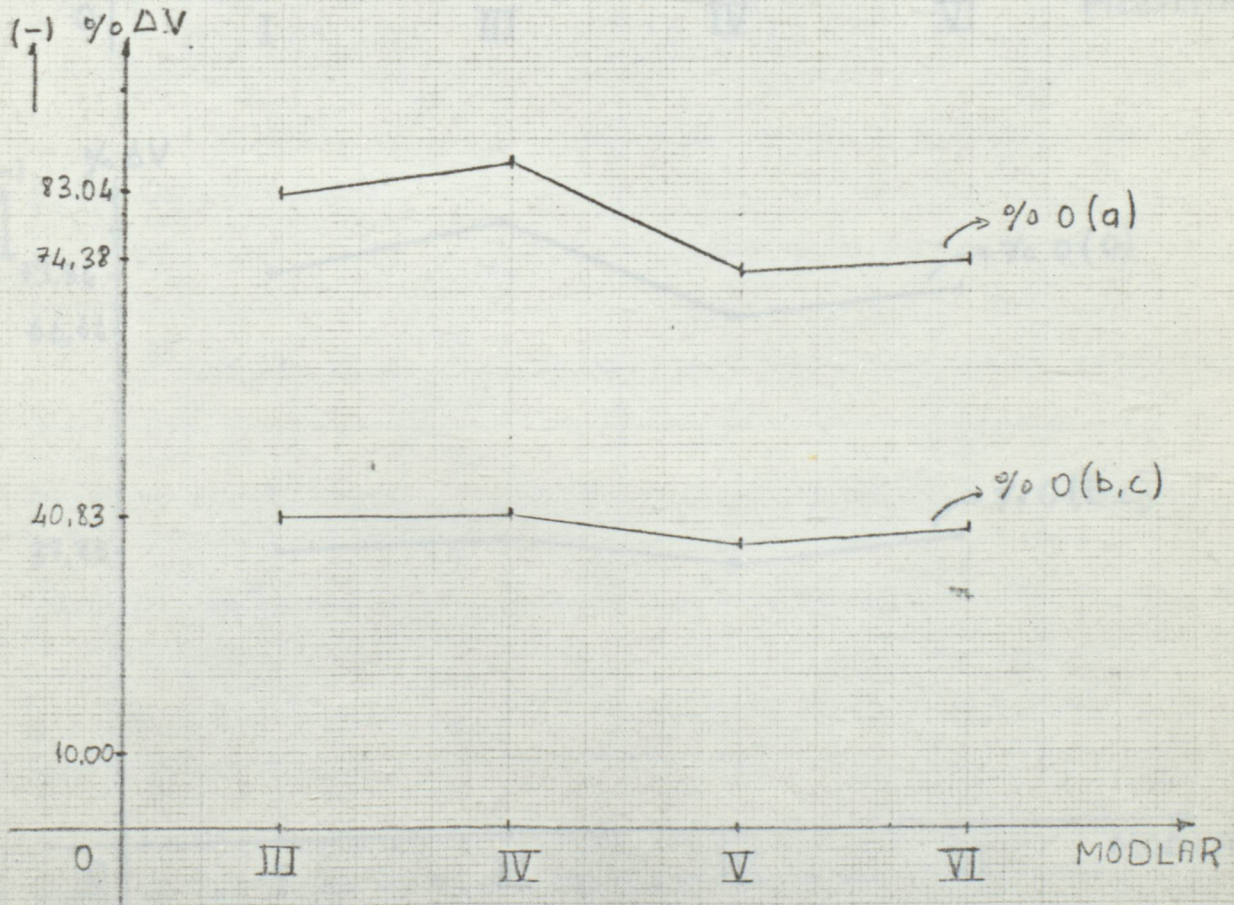
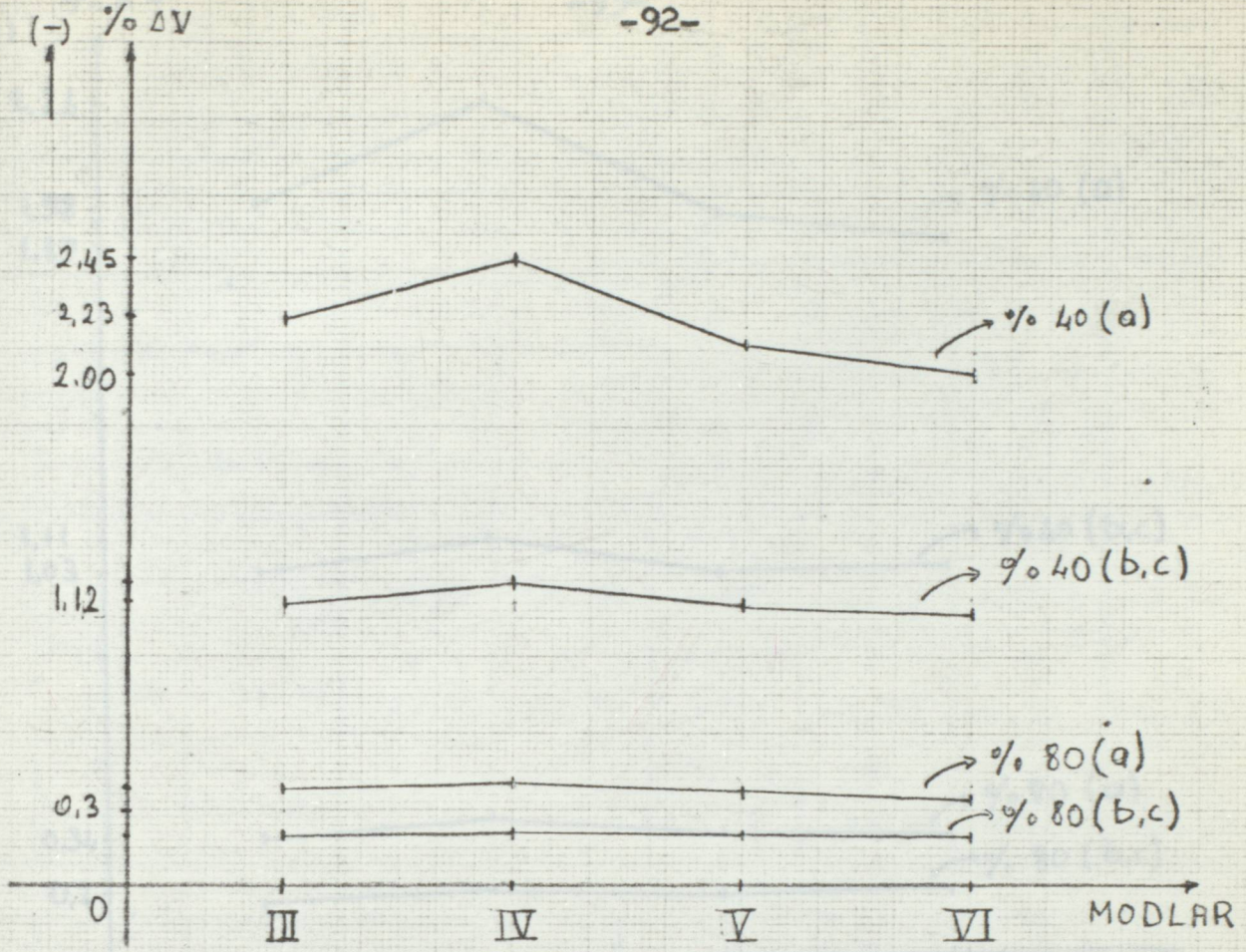
K NOKTASININ MODLARA GÖRE
YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



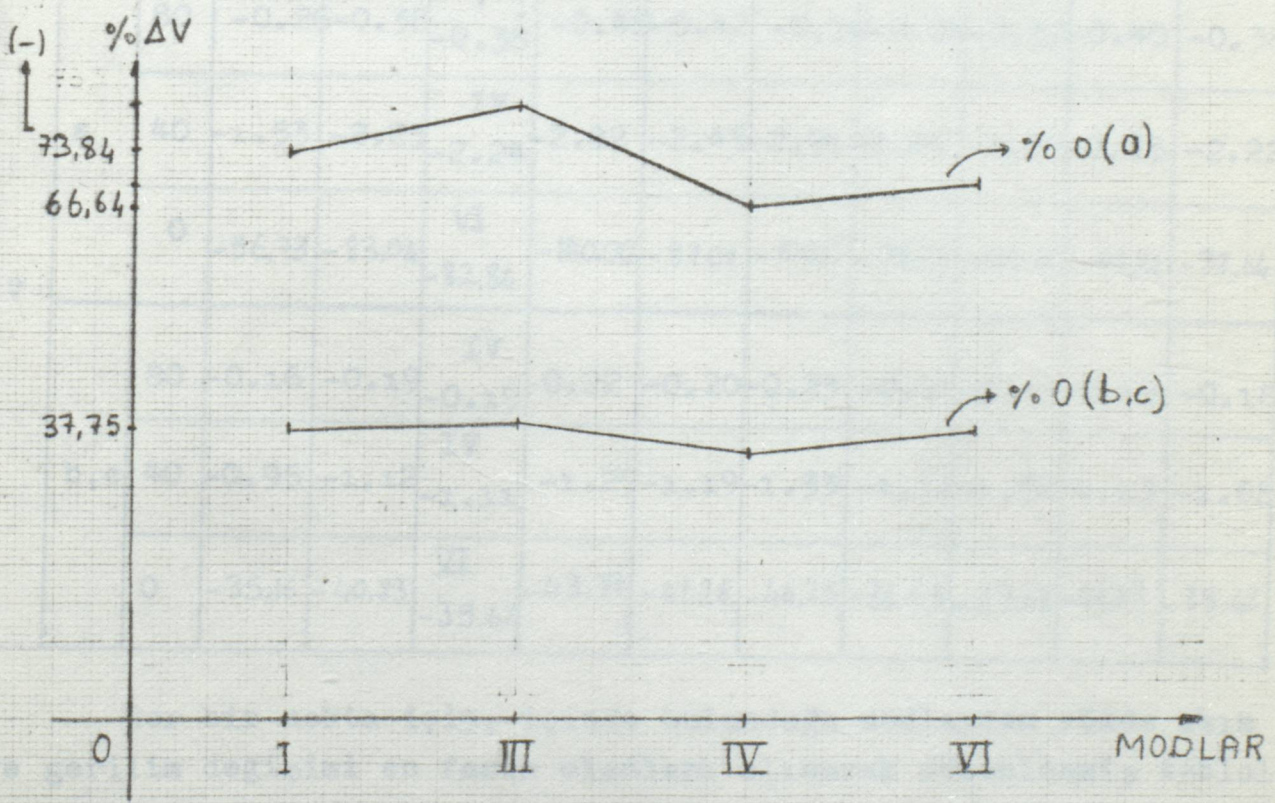
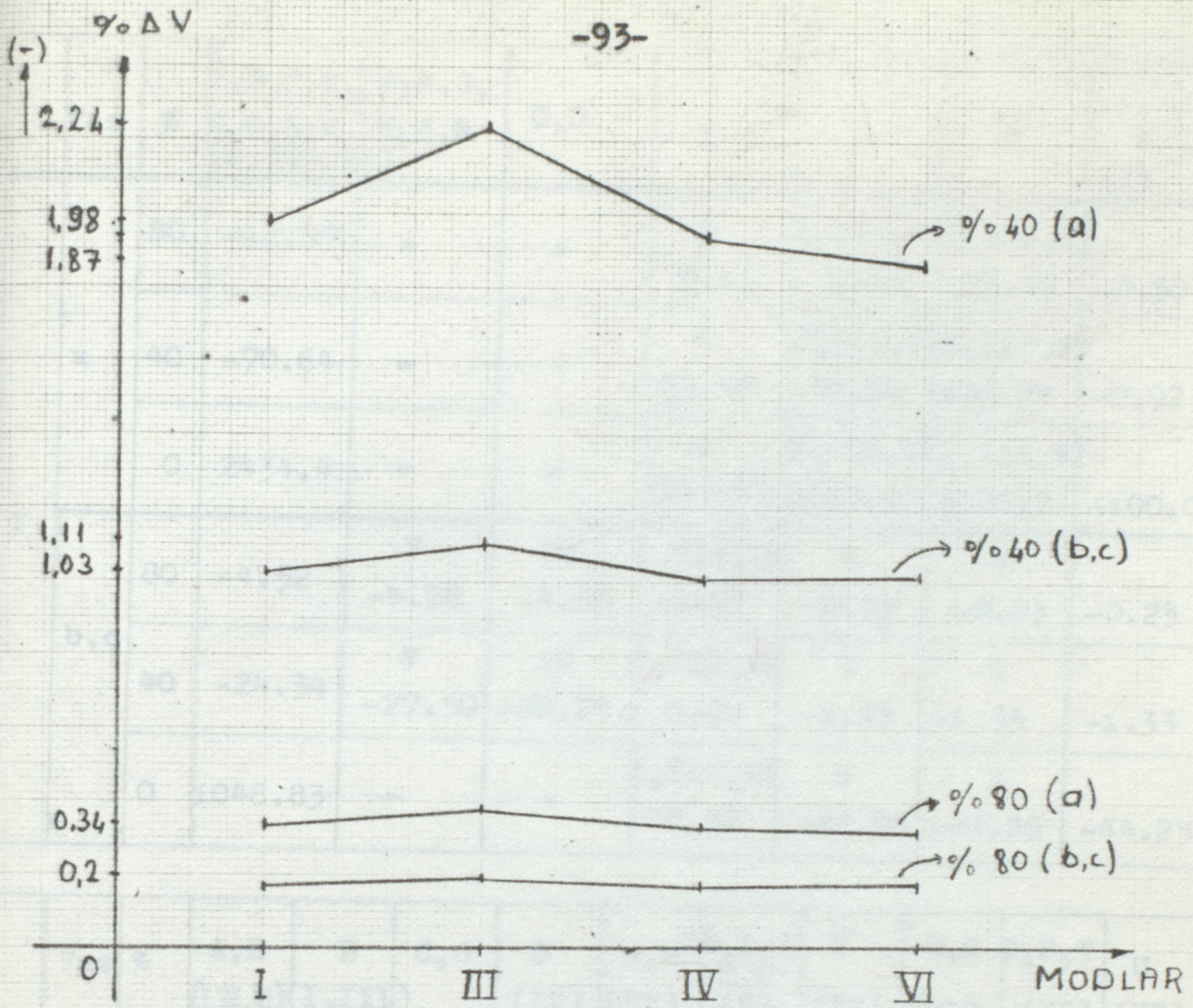
L NOKTASININ, MODLARA GÖRE, YÜZDE AKIM ve AYNI ZAMANDA H, I, J, K, L NOKTALARININ YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ



M, N NOKTASININ, BULUNDUKLARI MODLARA
BÖRE YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



M NOKTASININ; BULUNDUĞU MODLARA
GÖRE YÜZDE BİRİLİM DEĞİŞİMİ

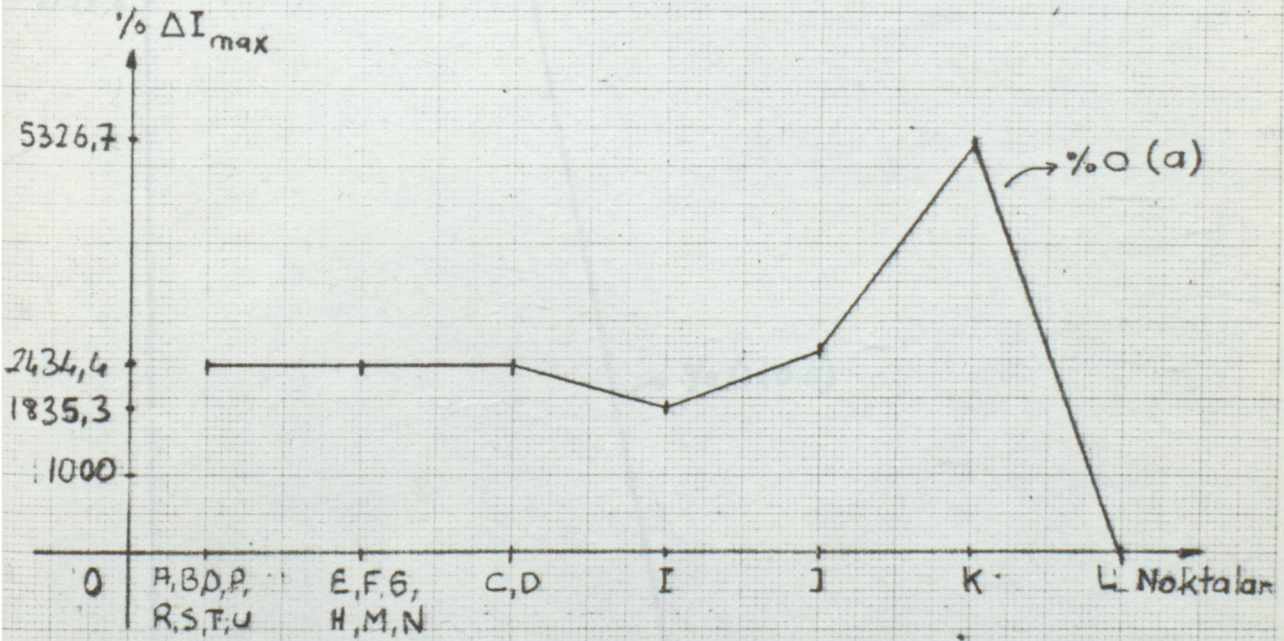
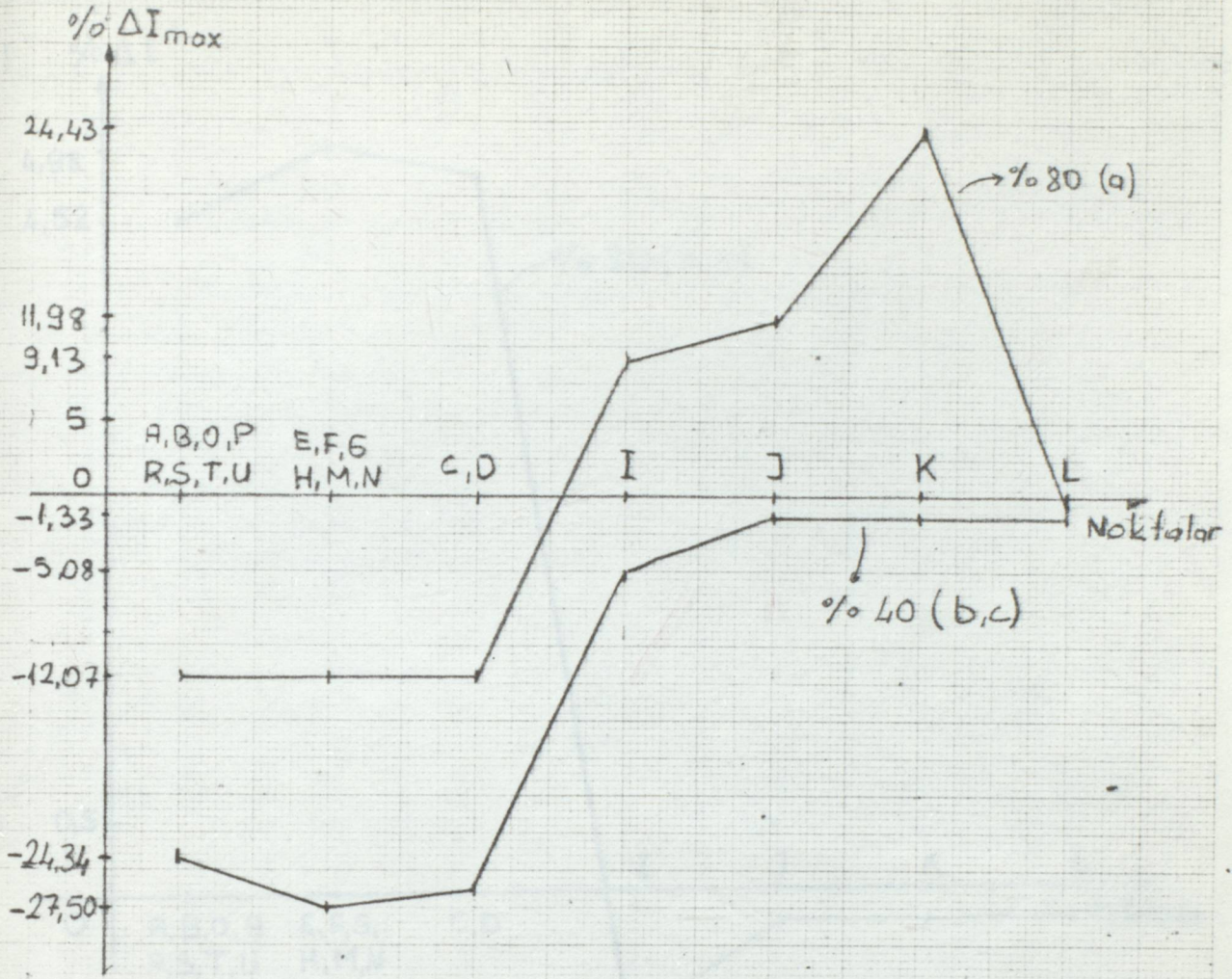


N NOKTASININ, BULUNDUĞU MODLARA
GÖRE YÜZDE BERİLİM DEĞİŞİMİ

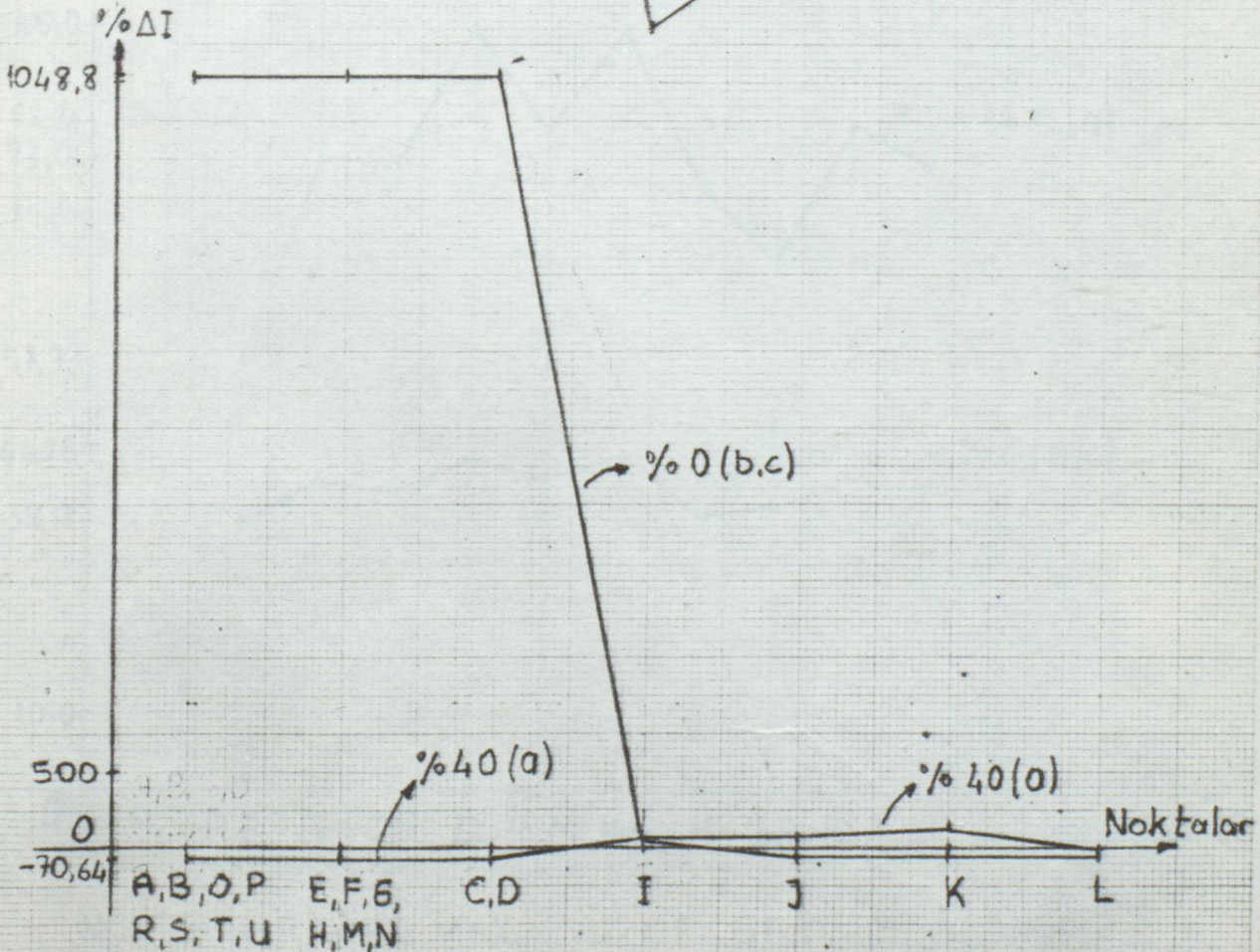
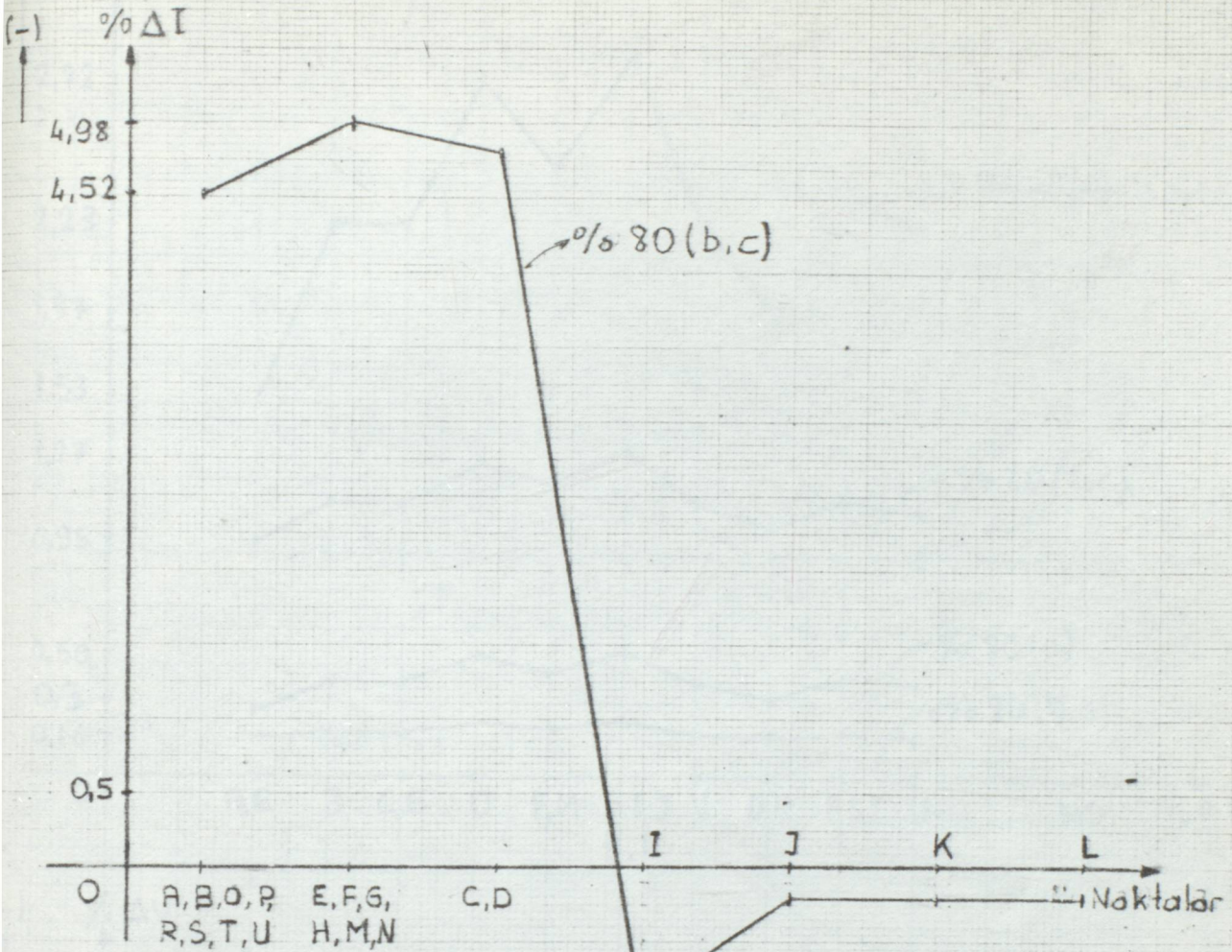
Faz	%	A,B,O,P, R,S,T,U (I,III,VI)	E,F,G, H,M,N	C,D	I	J	K	L (V)	
		I	a	80	-12.07			V 9.13	I,III,VII,III,VI 11.98
		40	-70.64			V 53.48	I,III,VII,III,VI 70.29	143.28	-2.92
		0	2434.4			V 1835.3	I,III,VII,III,VI 2613.37	5326.7	-100.0
	b,c	80	-4.52	V -4.98	IV -4.80	I,III,VI -0.87	V -0.23	V -0.23	-0.23
		40	-24.34	V -27.50	IV -26.28	I,III,VI -5.08	V -1.33	V -1.33	-1.33
		0	1048.83			I,III,VI 48.82	V -44.25	V -44.25	-44.25

Faz	%	A,E (I,III,VI)	B (I,III)	C,G	D (IV)	F,M (IV)	H,I,J K,L (V)	N (IV)	O,R (VI)	P,S,T (VI)	U (VI)	
		V	a	80	-0.26	-0.38	IV,VI -0.38	-0.48	-0.42	-0.50	-0.38	-0.32
		40	-1.53	-2.23	IV -2.24	-2.82	-2.45	-2.91	-2.24	-1.87	-2.35	-2.22
		0	-56.73	-83.04	VI -82.84	-100.00	-87.01	-100.0	-79.74	-69.74	-87.24	-82.64
	b,c	80	-0.16	-0.19	IV -0.19	-0.22	-0.20	-0.23	-0.19	-0.17	-0.19	-0.18
		40	-0.95	-1.12	IV -1.11	-1.27	-1.19	-1.33	-1.11	-1.02	-1.13	-1.08
		0	-35.16	-40.83	VI -39.62	-43.71	-41.26	-44.25	-36.53	-37.42	-41.13	-39.62

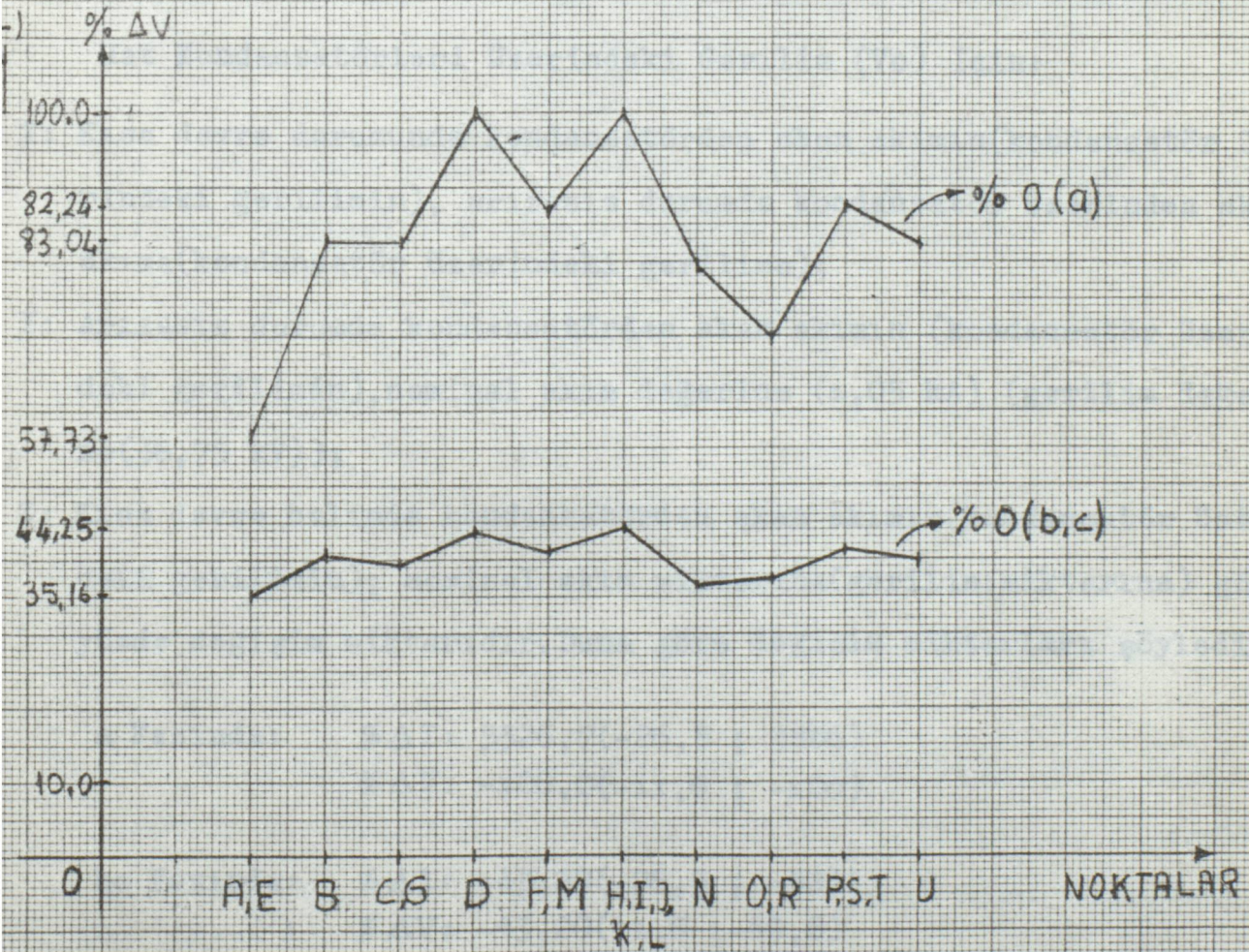
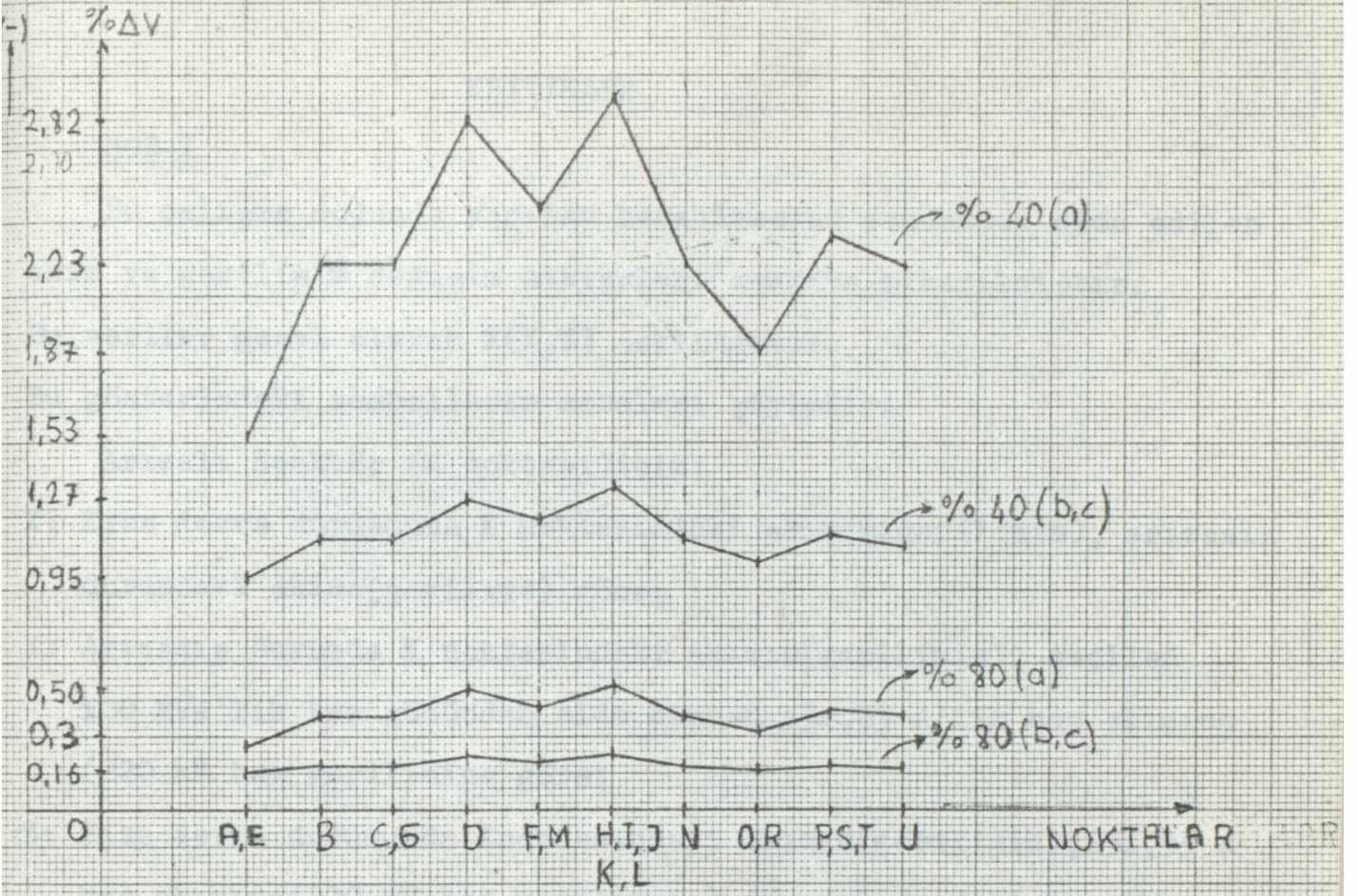
Her bir nokta için, içinde bulunduğu modlardan yüzde akım ve gerilim değişimi en fazla olanları alınarak düzenlenmiş tablolar.



NOKTALARA GÖRE MAX. YÜZDE AKIM DEĞİŞİMİ



NOKTALARA GÖRE MAKSİMUM YÜZDE AKIM DEĞ.



NOKTALARA GÖRE MAX. YÜZDE GERİLİM DEĞİŞİMİ

KRİTİKLER

MOD-I

Bu çalışma modunda yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen akım ve gerilim % değişim miktarları aşağıya çıkarılmıştır.

Bu veriler genel olarak X(Y,Z) seklindedir.

Bu gösterimdeki sembollerin manaları şöyledir:

Arızalı Reaktör (K noktası) için:

- X: Kısa devre durumunda K noktasındaki akımın(gerilimin), arızasız durumdaki akıma(gerilime) göre;
- Y: Arızasız durumda K noktasındaki akımın(gerilimin), seçilen 100 MVA'lik baz gücünden elde olunan 151,93 A'lik baz akımına (220 kV baz gerilimine) göre;
- Z: Kısa devre durumunda K noktasındaki akımın(gerilimin), 151,93 A baz akımına(220 kV baz gerilimine) göre yüzde değişim miktarıdır.

Hat Kondansatörleri Üzerindeki Gerilim (Vc) İçin:

- X: Kısa devre durumunda kondansatörden akan akımın(kondansatör üzerindeki gerilimin), arızasız durumda kondansatör üzerinden akan akıma(kondansatör üzerindeki gerilime);
- Y: Arızasız durumda kondansatörden akan akımın (kondansatör üzerindeki gerilimin), nominal akım değerine (1,05 kA) (gerilim değerine(36,75 kV));
- Z: Kısa devre halinde kondansatörden akan akımın(kondansatör üstündeki gerilimin); nominal akım miktarına(gerilim miktarına) göre yüzde değişim miktarıdır. Buna göre değişim miktarları şöyledir.

a Fazında: %ΔI: 5326,7(-26,5 ; 3886)
 %ΔV: -100,0(-11,6 ; -100)

bç Fazında: %ΔI: -43,20(-26,5 ; -58)
 %ΔV: -43,20(11,6 ; -49,8)

Görüldüğü gibi arızanın akım üzerinde %5326,7 (53,3 kat), gerilim üzerinde ise -%100 etkisi vardır. Arızasız fazda ise bu etkinin hem akım, hem de gerilimde -%43,2 olduğu görülmektedir.

Aşağıda ise Kayseri'deki kapasitelerin uçlarındaki gerilim ile üzerinden geçen akımda, reaktör arızası sebebiyle oluşan % değişim miktarları gösterilmiştir.

$$\underline{a \text{ Fazı}}: \% \Delta I, \% \Delta V: 2434,4(-98,1 ; -51,5)$$

$$\underline{b, c \text{ Fazı}}: \% \Delta I, \% \Delta V: 1048,8(-98,1 ; -78,0)$$

Görüldüğü gibi reaktörün (a) fazının kısa devre olması sonucu kondansatör uçlarındaki gerilimde ve akan akımda %2434,4 değişim olmaktadır. Arızasız fazlarda ise bu değişim %1048,8 kadardır.

Yapılan hesaplar sonucu III. mod çalışmanın sonuçları bu mod ile aynı olduğu görüldüğünden, III. mod ayrıca incelenmeyecektir.

MOD-II

Bu modda, reaktörün (a) fazındaki arıza nedeniyle akım ve gerilimde oluşan değişimler % olarak aşağıya çıkarılmıştır.

$$\underline{a \text{ Fazı}}: \% \Delta I: 4960(-26,3 ; 3629)$$
$$\% \Delta V: -100(-11,3 ; -100)$$

$$\underline{b, c \text{ Fazı}}:$$
$$\% \Delta I: -44(-26,3 ; -58,7)$$
$$\% \Delta V: -44(-11,3 ; -50,3)$$

Görüldüğü gibi arızanın akım üzerinde (a) fazında maksimum % 4960 (arızasız durumdaki akımın yaklaşık 50 katı), gerilim üzerinde -%100 etkisi vardır.

Bu etki arızasız(b,c) fazlarında akım ve gerilimde -% 44 kadardır.

Aşağıda da Kayserideki kondansatörlerin arızalı (a) fazındaki ve arızasız (b),(c) fazlarındaki akım ve gerilimdeki değişimler verilmiştir.

a Fazı: $\% \Delta I, \% \Delta V: 2013(-97 ; -32)$

b,c Fazı: $\% \Delta I, \% \Delta V: 990,5(-97 ; -66,3)$

Görüldüğü gibi reaktörün (a) fazının kısa devre olması sonucu kondansatör uçlarındaki gerilimde ve akan akımda $\% 20$ 'değişim olmaktadır. Arızasız fazlarda ise bu değişim $\% 990$ 'dır.

MOD-IV

Bu modda, reaktörün (a) fazındaki arıza nedeniyle akım ve gerilimde oluşan değişimler $\%$ olarak aşağıdaki gibidir.

a Fazı: $\% \Delta I: 5070,7(-26,4 ; 3707)$

$\% \Delta V: -100,0(-11,4 ; -100)$

b,c Fazı:

$\% \Delta I: -43,71(-26,4 ; -58,5)$

$\% \Delta V: -43,71(-11,4 ; -50,0)$

Görüldüğü gibi arızanın akım üzerinde en fazla (a fazında) $\% 5070$ (arızasız durumdaki akımın yaklaşık 51 katı), gerilim üzerine ise $-\% 100$ etkisi vardır.

Bu etki arızasız (b), (c) fazlarında akım ve gerilimde $-\% 44$ kadardır.

Aşağıda da Kayseri'deki kondansatörlerin arızalı (a) fazındaki ve arızasız (b), (c) fazlarındaki akım ve gerilim $\%$ değişim değerleri verilmiştir.

a Fazı: $\% \Delta I, \% \Delta V: 2203,3(-98,3 ; -61,7)$

b,c Fazı: $\% \Delta I, \% \Delta V: 1002,3(-98,3 ; -81,7)$

Görüldüğü gibi reaktörün (a) fazının kısa devre olması sonucu kondansatör uçlarındaki gerilimde ve akan akımda $\% 2203$ değişim olmaktadır. Arızasız fazlarda ise bu değişim miktarı $\% 1002$ 'dir.

MOD-V

Bu modda, reaktörün (a) fazındaki arıza nedeniyle akım ve gerilimde oluşan değişimler % olarak aşağıdaki gibidir.

a Fazı: $\% \Delta I$: 4897(-26,2 ; 3585)

$\% \Delta V$: -100(-11,2 ; -100)

b,c Fazı:

$\% \Delta I$: -44,25(-26,2 ; -58,8)

$\% \Delta V$: -44,25(-11,2 ; -50,5)

Görüldüğü gibi arızanın akım üzerinde en fazla % 4897 (arızasız durumdaki akımın yaklaşık 49 katı), gerilim üzerine ise -% 100 etkisi vardır. Bu etki arızasız (b), (c) fazlarında akım ve gerilimde -% 44'dür.

Aşağıda da Kayseri'deki kondansatörlerin arızalı (a) fazındaki ve arızasız (b), (c) fazlarındaki akım ve gerilim % değişim miktarları verilmiştir.

a Fazı: $\% \Delta I$, $\% \Delta V$: 2058(-98,5 ; -68,2)

b,c Fazı: $\% \Delta I$, $\% \Delta V$: 970,3(-98,5 ; -84,2)

Görüldüğü gibi reaktörün (a) fazının kısa devre olması sonucu kondansatör uçlarındaki gerilimde ve akan akımda %2058 değişim olmaktadır. Arızasız fazlarda ise bu değişim miktarı % 970 'dir.

MOD-VI

Bu modda reaktör üzerindeki arızadan dolayı akım ve gerilimde oluşan yüzde değişimler mod-1' deki gibidir. Tekrarına gerek yoktur.

Kondansatörlerin arızalı (a) fazındaki ve arızasız (b), (c) fazlarındaki yüzde akım ve gerilim değişim değerleri aşağıdaki gibidir.

a Fazı: $\% \Delta I$, $\% \Delta V$: 2434,4(-99 ; 75,8)

b,c Fazı: $\% \Delta I$, $\% \Delta V$: 1048,8(-99 ; -89)

Görüldüğü gibi reaktörün (a) fazının kısa devre olması sonucu kondansatör uçlarındaki gerilimde ve akımda % 2434 değişim olmaktadır. Arızasız fazlarda ise bu değişim miktarı % 1050 'dir.

SON KRİTİK

Reaktörün (a) fazında oluşan arıza nedeniyle, reaktörün ve Kayseri'deki kapasitörlerin akım ve gerilim değerlerinin değişim yüzdeleri tablo olarak aşağıya çıkarılmıştır.

Reaktör Akım ve Gerilim Değişim Yüzdeleri:

<u>a Fazı</u>	<u>b,c Fazı</u>
<u>MOD I,III,VI</u>	
% ΔI: 5326,7(-26,5 ; 3886)	-43,2(-26,5 ; -58)
% ΔV: -100,-0(-11,6 ; -100)	-43,2(-11,6 ; -50)
<u>MOD II</u>	
% ΔI: 4960(-26,3 ; 3629)	-44(-26,3 ; -58,7)
% ΔV: -100(-11,3 ; -100)	-44(-11,3 ; -50,3)
<u>MOD IV</u>	
% ΔI: 5071(-26,4 ; 3707)	-43,7(-26,4 ; -58,5)
% ΔV: -100(-11,4 ; -100)	-43,7(-11,4 ; -50)
<u>MOD V</u>	
% ΔI: 4897(-26,2 ; 3585)	-44,25(-26,2 ; -58,8)
% ΔV: -100(-11,2 ; -100)	-44,25(-11,2 ; -50,5)

Kondansatör Akım ve Gerilim Değişim Yüzdeleri:

<u>MOD I,III</u>	
% ΔI, % ΔV: 2434,4(-98,1 ; -51,5)	1048,8(-98,1 ; -78)
<u>MOD II</u>	
% ΔI, % ΔV: 2013(-97 ; -32)	990,5(-97 ; -66,3)
<u>MOD IV</u>	
% ΔI, % ΔV: 2203,3(-98,3 ; -61,7)	1002,3(-98,3 ; -81,7)
<u>MOD V</u>	
% ΔI, % ΔV: 2058(-98,5 ; -68,2)	970,3(-98,5 ; -84,2)

MOD VI

% ΔI , % ΔV : 2434,4(-99 ; 75,8) 1048,8(-99 ; -89)

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi arızalı reaktörde en fazla akım değişim miktarı I,III,VI'ıncı çalışma modlarında; ve % 5327 (arızasız durumdaki akımın 53 katı) kadardır.

En büyük gerilim değişim miktarı ise -% 100 ile tüm çalışma modlarında arızalı reaktörün (a) fazındadır.Yani Keban barası arızalı faz gerilimi sifıra düşmüştür,

Arızalı reaktörün (b,c) fazlarındaki gerilimler tüm çalışma modlarında ortalama % 44 azalmış; buna bağlı olarakta b,c faz akımları aynı oranda azalmıştır.

Kondansatörlerde ise akım ve gerilimde en büyük değişme, (a) fazında ve I,III,VI'ıncı çalışma modlarında % 2434 olmaktadır. Kondansatörler üzerinden en fazla 0,51 kA geçmekte, bu ise nominal akım değerinden küçük olduğundan bir tehlike oluşturmamaktadır.

Reaktörün (a) fazının tamamen kısa devre olması durumunda akan kısa devre akımı; kontrol amacıyla faz-toprak arızası olarak düşünülüp; pozitif, negatif, sıfır dizi bileşen devreleri buna göre (birbiriyle seri) bağlanarak hesaplanmış ve bu hesap sonucunda IV. çalışma modu (a) fazı için:

Kısa devre akımı : 5837 A
Kebangeneratörlerinin ürettikleri toplam akım: 5033 A
Gölbaşı-Keban hattı akımı : 804 A

bulunmuştur.Tezde hesaplanan sonuçlar ise şöyledir:

Kısa devre akımı : 5784,4 A
Keban generatörlerinin ürettikleri toplam akım: 4982,3 A
Gölbaşı-Keban hattı akımı : 803.98 A

Bu değerlendirmelere göre arızadan dolayı reaktörden akacak nominalin çok üstündeki akım değerlerine karşı gerekli koruma önlemleri alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1-) H. Nusret YÜKSELER; "Simetrili Bileşenlerin Ölçülmesi"
Nisan 1957
- 2-) Burhan DEMİRKURT; "Elektrikle Enerji Taşınması"
İSTANBUL 1971
- 3-) Westinghouse (Ed); "Electrical Transmission And Distribution
Referance Book", Westinghouse Electric Corporation,
Pennsylvania, USA, 1964
- 4-) H. Hüsnü DENGİZ; Enerji Hatları Mühendisliği
Ankara 1982
- 5-) TEK İletim Şebeke İşletmeleri Dairesi Başkanlığı,
"Türkiye Ulusal Elektrik Ağındaki Havai Hatların, Trafoların
ve Generatörlerin Elektriki Karakteristikleri"
- 6-) Adnan ERGENELİ; "Simetrili Bileşenler"
- 7-) Elektrik Mühendisleri Odası; "Elektrik Mühendisliği El Kitabı"
Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, 1983
- 8-) The Electricity Council, "Pover System, Protection Handbook"
Vol. 1-2, Mc Donald and Jame's Co. ,1975
- 9-) William D. Stevenson, Jr: "Elements of Power System Analysis"
Third Edition, Mc Graw Hill.

MUHTELİP ÇALIŞMA MODLARINDA HAT ÜZERİNDEKİ NOKTALARDA
ARIZA ORANINA GÖRE GERÇEK AKIM VE GERİLİM DEĞERLERİ
ÖZGEÇMİŞ

2-Şubat-1961 tarihinde İzmit'te doğdum.Yenidoğan İlkokulu ve İnkılap Ortaokulu'ndan sonra girdiğim İzmit Teknik Lisesi Elektrik Bölümü'nü 1979 yılında bitirdim.

Daha sonra başladığım Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Elektrik Bölümü'nden 1983 yılında mezun oldum.

Halen, fakülteden sonra girdiğim Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Bölümü'ne devam etmekteyim.

		MOD III	MOD IV	MOD V	MOD VI	
A	100	0.703 /180.68	1.137 /181.80	0.612 /181.23	0.542 /181.65	0.352 /180.68
	80	0.613 /180.36	1.009 /181.51	0.542 /180.93	0.481	0.309
	40	0.206 /174.85	0.385 /177.34	0.198 /176.43	0.186 /177.44	0.103 /174.85
	0	17.824 /4.04	25.043 /5.07	14.104 /4.45	11.694 /4.74	8.912 /4.04
V	100	0.703 /60.68	1.137 /61.80	0.612 /61.23	0.542 /61.065	0.352 /60.68
	80	0.671 /62.66	1.081 /63.56	0.583 /63.04	0.515 /63.35	0.336 /62.66
	40	0.532 /75.47	0.838 /75.39	0.451 /75.08	0.393 /74.81	0.266 /75.47
	0	8.080 /202.92	13.400 /209.73	4.749 /207.34	5.800 /210.53	4.039 /202.92

Kemal Berberoğlu

Elektrik Mühendisi

MUHTELİF ÇALIŞMA MODLARINDA HAT ÜZERİNDEKİ NOKTALARDA
ARIZA ORANINA GÖRE GERÇEK AKIM VE GERİLİM DEĞERLERİ

BİLGİSAYAR ÇIKIŞLARI

Vc	Faz %	MOD I,III	MOD II	MOD IV	MOD V	MOD VI	
V	a	100	0.703 /180.68	-1.137 /181.80	0.612 /181.23	0.542 /181.65	0.352 /180.68
		80	0.618 /180.36	1.009 /181.51	0.542 /180.93	0.481 /181.37	0.309 /180.36
		40	0.206 /174.85	0.385 /177.34	0.198 /176.43	0.186 /177.44	0.103 /174.85
		0	17.824 /4.04	25.043 /5.07	14.104 /4.45	11.694 /4.74	8.912 /4.04
	b	100	0.703 /60.68	1.137 /61.80	0.612 /61.23	0.542 /61.065	0.352 /60.68
		80	0.671 /62.66	1.081 /63.56	0.583 /63.04	0.515 /63.35	0.336 /68.66
		40	0.532 /75.47	0.828 /75.39	0.451 /75.08	0.393 /74.81	0.266 /75.47
		0	8.080 /202.92	12.400 /209.73	6.749 /207.51	5.800 /210.53	4.039 /202.92

Mod 1	Faz	%	A,B,C,D, E,F,G,H	I	J	K	L
I	a	100	20.05 <u>/-89.32</u>	263.30 <u>/-89.61</u>	223.21 <u>/270.00</u>	111.61 <u>/270.00</u>	111.61 <u>/270.00</u>
		80	17.63 <u>/-89.64</u>	285.21 <u>/-89.96</u>	249.96 <u>/270.00</u>	138.87 <u>/270.00</u>	111.09 <u>/270.00</u>
		40	5.89 <u>/264.85</u>	391.84 <u>/270.00</u>	380.12 <u>/-90.00</u>	271.51 <u>/-90.00</u>	108.61 <u>/-90.00</u>
		0	508.05 <u>/94.04</u>	5042.48 <u>/-89.82</u>	6056.65 <u>/-89.17</u>	6056.65 <u>/-89.17</u>	0.00 <u>/90.77</u>
	b	100	20.05 <u>/150.09</u>	263.30 <u>/150.09</u>	223.21 <u>/150.00</u>	111.61 <u>/150.00</u>	111.61 <u>/150.00</u>
		80	19.14 <u>/152.66</u>	261.00 <u>/150.41</u>	222.76 <u>/150.02</u>	111.38 <u>/150.02</u>	111.38 <u>/150.02</u>
		40	15.16 <u>/159.68</u>	249.93 <u>/152.03</u>	220.54 <u>/150.20</u>	110.27 <u>/150.20</u>	110.27 <u>/150.20</u>
		0	230.30 <u>/-67.08</u>	391.86 <u>/-81.48</u>	126.80 <u>/163.18</u>	63.40 <u>/163.18</u>	63.40 <u>/163.18</u>

Mod 1	Faz	%	A,E	B,F	C,G	D,H,I,J,K,L
V	a	100	191.73 <u>/0.09</u>	193.45 <u>/0.04</u>	192.75 <u>/0.04</u>	194.46 <u>/-0.01</u>
		80	191.24 <u>/0.09</u>	192.71 <u>/0.04</u>	192.09 <u>/0.04</u>	193.57 <u>/-0.01</u>
		40	188.80 <u>/0.06</u>	189.12 <u>/0.03</u>	188.91 <u>/0.04</u>	189.23 <u>/0.01</u>
		0	82.96 <u>/-3.35</u>	32.80 <u>/-5.32</u>	50.47 <u>/-2.03</u>	0.00 <u>/180.77</u>
	b	100	191.73 <u>/240.09</u>	193.45 <u>/240.04</u>	192.75 <u>/248.34</u>	194.46 <u>/253.19</u>
		80	191.42 <u>/240.11</u>	193.08 <u>/240.07</u>	192.41 <u>/240.06</u>	194.07 <u>/240.02</u>
		40	189.91 <u>/240.17</u>	191.28 <u>/240.23</u>	191.41 <u>/240.19</u>	192.90 <u>/240.20</u>
		0	124.32 <u>/246.64</u>	114.46 <u>/251.22</u>	119.99 <u>/248.34</u>	110.47 <u>/253.19</u>

Mod II	Faz %	E,F,G,H	I	J	K	L	
I	a	100	32.41 <u>/91.80</u>	256.38 <u>/-89.80</u>	223.98 <u>/269.97</u>	111.99 <u>/269.97</u>	111.99 <u>/269.97</u>
		80	28.74 <u>/91.55</u>	279.48 <u>/-89.96</u>	250.74 <u>/269.98</u>	139.30 <u>/269.98</u>	111.44 <u>/269.98</u>
		40	10.97 <u>/87.34</u>	391.65 <u>/269.92</u>	380.69 <u>/270.00</u>	271.92 <u>/270.00</u>	108.77 <u>/270.00</u>
		0	713.77 <u>/-84.93</u>	4954.56 <u>/-89.75</u>	5666.12 <u>/-89.15</u>	5666.12 <u>/-89.15</u>	0.00 <u>/-88.31</u>
	b	100	32.41 <u>/-28.20</u>	256.38 <u>/150.20</u>	223.98 <u>/149.97</u>	111.99 <u>/149.97</u>	111.99 <u>/149.97</u>
		80	31.69 <u>/-26.44</u>	254.24 <u>/150.44</u>	223.48 <u>/150.01</u>	111.74 <u>/150.01</u>	111.74 <u>/150.01</u>
		40	23.60 <u>/-14.61</u>	243.91 <u>/151.66</u>	221.05 <u>/150.21</u>	110.53 <u>/150.21</u>	110.53 <u>/150.21</u>
		0	353.44 <u>/119.73</u>	277.93 <u>/-78.66</u>	125.40 <u>/164.07</u>	62.70 <u>/164.07</u>	62.70 <u>/164.07</u>

Mod II	Faz %	E	F	G	H,I,J,K,L	
V	a	100	190.71 <u>/0.21</u>	193.49 <u>/0.05</u>	192.35 <u>/0.04</u>	195.14 <u>/-0.03</u>
		80	190.32 <u>/0.11</u>	192.75 <u>/0.05</u>	191.74 <u>/0.04</u>	194.17 <u>/-0.02</u>
		40	188.44 <u>/0.08</u>	189.17 <u>/0.04</u>	188.78 <u>/0.04</u>	189.52 <u>/0.08</u>
		0	111.91 <u>/-2.49</u>	43.74 <u>/-4.63</u>	68.56 <u>/-1.10</u>	0.00 <u>/1.71</u>
	b	100	190.71 <u>/240.12</u>	193.49 <u>/240.05</u>	192.35 <u>/240.04</u>	195.14 <u>/239.97</u>
		80	190.45 <u>/240.13</u>	193.11 <u>/240.08</u>	192.03 <u>/240.06</u>	194.70 <u>/240.01</u>
		40	189.18 <u>/240.19</u>	191.27 <u>/240.24</u>	190.47 <u>/240.17</u>	192.58 <u>/240.21</u>
		0	137.52 <u>/243.60</u>	118.10 <u>/250.13</u>	127.79 <u>/246.52</u>	109.25 <u>/254.07</u>

Mod III	Faz	%	A,B,C,D, E,F,G,H	M,N	I	J	K	L
I	a	100	20.05 <u>/-89.32</u>	40.10 <u>/-89.32</u>	263.30 <u>/-89.61</u>	223.21 <u>/270.00</u>	111.61 <u>/270.00</u>	111.61 <u>/270.00</u>
		80	17.63 <u>/-89.64</u>	35.26 <u>/-89.6</u>	285.21 <u>/-89.96</u>	249.96 <u>/270.00</u>	138.87 <u>/270.0</u>	111.09 <u>/270.00</u>
		40	5.89 <u>/264.8</u>	11.78 <u>/264.85</u>	391.84 <u>/270.00</u>	380.12 <u>/-90.00</u>	271.51 <u>/-90.0</u>	108.61 <u>/-90.00</u>
		0	508.05 <u>/94.04</u>	1016.1 <u>/94.04</u>	5042.48 <u>/-89.82</u>	6056.65 <u>/-89.17</u>	6056.6 <u>/-89.1</u>	0.00 <u>/90.77</u>
	b	100	20.05 <u>/150.09</u>	40.10 <u>/150.09</u>	263.30 <u>/150.00</u>	223.21 <u>/150.00</u>	111.61 <u>/150.0</u>	111.61 <u>/150.0</u>
		80	19.14 <u>/152.66</u>	38.28 <u>/152.66</u>	261.00 <u>/150.41</u>	222.76 <u>/150.02</u>	111.38 <u>/150.02</u>	111.38 <u>/150.02</u>
		40	15.16 <u>/159.68</u>	30.32 <u>/159.68</u>	249.93 <u>/152.03</u>	220.54 <u>/150.20</u>	110.27 <u>/150.20</u>	110.27 <u>/150.2</u>
		0	230.30 <u>/-67.08</u>	460.60 <u>/-67.08</u>	391.86 <u>/-81.48</u>	126.80 <u>/163.18</u>	63.40 <u>/163.18</u>	63.40 <u>/163.18</u>

Mod III	Faz	%	A,E	B,F,M	C,G,N	D,H,I,J,K,L
V	a	100	191.73 <u>/0.09</u>	193.45 <u>/0.04</u>	192.75 <u>/0.04</u>	194.46 <u>/-0.01</u>
		80	191.24 <u>/0.09</u>	192.71 <u>/0.05</u>	192.09 <u>/0.04</u>	193.57 <u>/-0.01</u>
		40	188.80 <u>/0.06</u>	189.12 <u>/0.03</u>	188.91 <u>/0.04</u>	189.23 <u>/0.01</u>
		0	82.96 <u>/-3.35</u>	32.80 <u>/-5.32</u>	50.47 <u>/-2.03</u>	0.00 <u>/180.77</u>
	b	100	191.73 <u>/240.09</u>	193.45 <u>/240.04</u>	192.75 <u>/248.34</u>	194.46 <u>/253.19</u>
		80	191.42 <u>/240.11</u>	193.08 <u>/240.07</u>	192.41 <u>/240.06</u>	194.07 <u>/240.02</u>
		40	189.91 <u>/240.17</u>	191.28 <u>/240.23</u>	191.41 <u>/240.19</u>	192.90 <u>/240.20</u>
		0	124.32 <u>/246.64</u>	114.46 <u>/251.22</u>	119.99 <u>/248.34</u>	110.47 <u>/253.19</u>

MOD IV	Faz %	C,D,G,H	E,F,M,N	I	J	K	L	
I	a	100	17.45 <u>/-88.77</u>	34.91 <u>/-88.77</u>	258.63 <u>/-89.85</u>	223.73 <u>/269.98</u>	111.87 <u>/269.98</u>	111.87 <u>/269.9</u>
		80	15.43 <u>/-89.07</u>	30.87 <u>/-89.07</u>	281.6 <u>/-89.91</u>	250.49 <u>/269.98</u>	139.16 <u>/269.98</u>	111.33 <u>/269.9</u>
		40	5.66 <u>/-93.57</u>	11.32 <u>/-93.57</u>	391.79 <u>/269.90</u>	380.50 <u>/-90.00</u>	271.78 <u>/-90.00</u>	108.71 <u>/-90.00</u>
		0	401.99 <u>/174.45</u>	803.98 <u>/174.45</u>	4982.3 <u>/-89.79</u>	5784.4 <u>/-89.2</u>	5784.4 <u>/-89.2</u>	0.00 <u>/-89.20</u>
	b	100	17.45 <u>/151.23</u>	34.91 <u>/151.23</u>	258.63 <u>/150.15</u>	223.73 <u>/149.9</u>	111.87 <u>/149.9</u>	111.87 <u>/149.98</u>
		80	16.61 <u>/153.04</u>	33.23 <u>/153.04</u>	258.63 <u>/150.4</u>	223.25 <u>/150.02</u>	111.63 <u>/150.02</u>	111.63 <u>/150.02</u>
		40	12.86 <u>/165.08</u>	25.73 <u>/165.08</u>	245.85 <u>/151.75</u>	220.89 <u>/150.2</u>	110.44 <u>/150.21</u>	110.44 <u>/150.21</u>
		0	192.38 <u>/-62.49</u>	384.76 <u>/-62.49</u>	311.37 <u>/-79.50</u>	125.94 <u>/163.81</u>	62.96 <u>/163.81</u>	62.96 <u>/163.81</u>

MOD IV	Faz %	E	F,M	N,C,G	D,H,I,J,K,L	
V	a	100	191.04 <u>/0.10</u>	194.03 <u>/0.02</u>	193.42 <u>/0.02</u>	194.92 <u>/-0.02</u>
		80	190.62 <u>/0.10</u>	193.22 <u>/0.02</u>	192.68 <u>/0.02</u>	193.98 <u>/-0.02</u>
		40	188.562 <u>/0.07</u>	189.27 <u>/0.02</u>	189.07 <u>/0.03</u>	189.42 <u>/0.00</u>
		0	103.13 <u>/-2.53</u>	25.21 <u>/-5.09</u>	39.18 <u>/-1.67</u>	0.00 <u>/180.24</u>
	b	100	191.04 <u>/240.10</u>	194.03 <u>/240.02</u>	193.42 <u>/240.02</u>	194.92 <u>/239.98</u>
		80	190.77 <u>/240.12</u>	193.64 <u>/240.06</u>	193.056 <u>/240.05</u>	194.496 <u>/240.02</u>
		40	189.41 <u>/240.20</u>	191.72 <u>/240.23</u>	191.28 <u>/240.20</u>	192.44 <u>/240.21</u>
		0	133.40 <u>/244.47</u>	113.98 <u>/251.87</u>	118.90 <u>/249.56</u>	109.72 <u>/253.81</u>

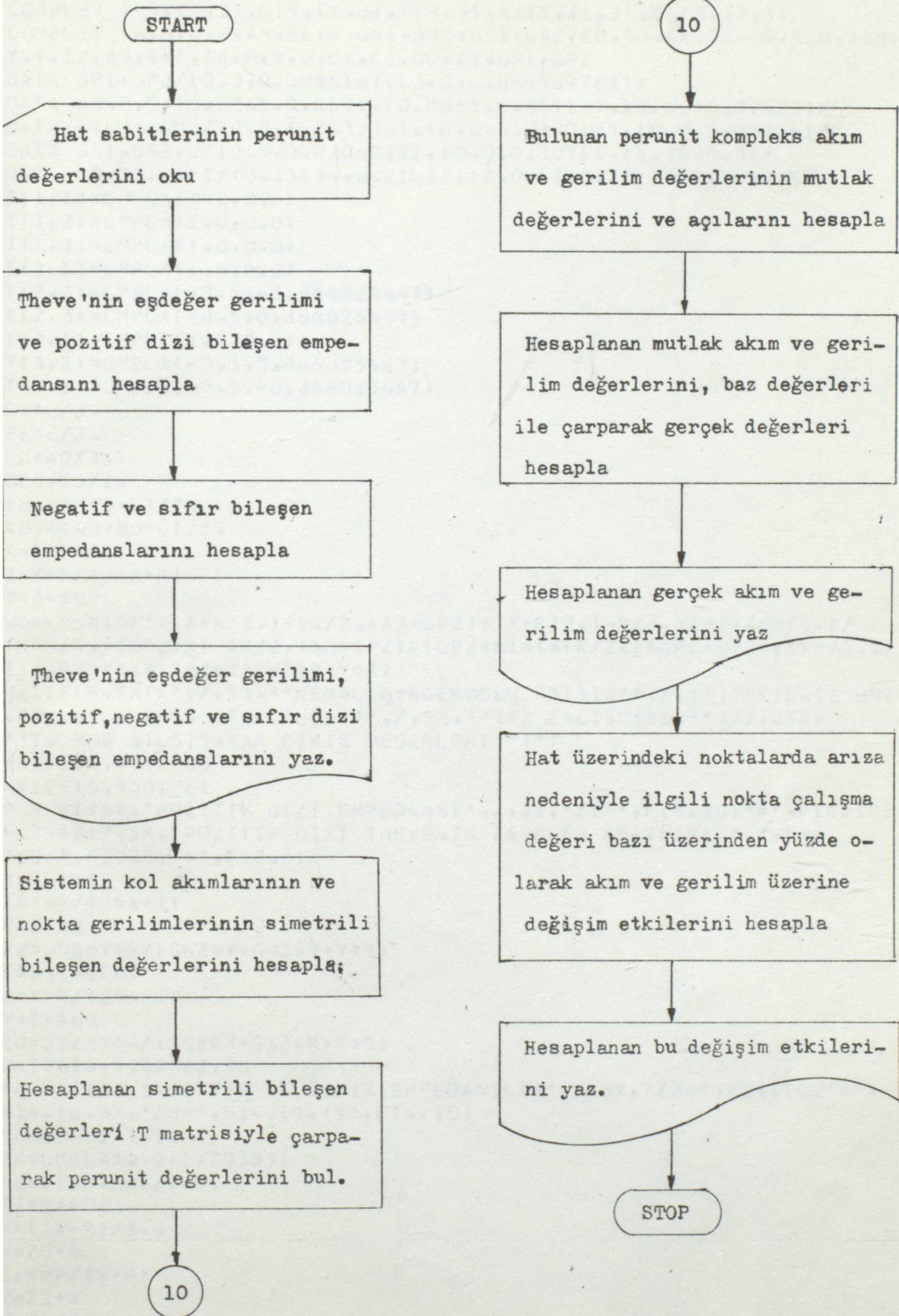
Mod V	Faz	%	E, F, G, H, M, N	I	J	K	L
I	a	100	30.89 <u>/91.65</u>	255.02 <u>/-89.82</u>	224.14 <u>/269.98</u>	112.07 <u>/269.98</u>	112.07 <u>/269.98</u>
		80	27.42 <u>/91.37</u>	278.32 <u>/252.93</u>	250.90 <u>/269.98</u>	139.39 <u>/269.98</u>	111.51 <u>/269.98</u>
		40	10.61 <u>/87.44</u>	391.41 <u>/269.93</u>	380.81 <u>/-90.00</u>	272.01 <u>/-90.00</u>	108.80 <u>/-90.00</u>
		0	666.63 <u>/-85.26</u>	4935.40 <u>/-89.78</u>	5600.21 <u>/-89.24</u>	5600.21 <u>/-89.24</u>	0.00 <u>/90.60</u>
	b	100	30.89 <u>/-28.35</u>	255.02 <u>/150.18</u>	224.14 <u>/149.98</u>	112.07 <u>/149.98</u>	112.07 <u>/149.98</u>
		80	29.35 <u>/-26.65</u>	252.93 <u>/150.40</u>	223.63 <u>/150.02</u>	111.81 <u>/150.02</u>	111.81 <u>/150.02</u>
		40	22.40 <u>/-15.19</u>	242.89 <u>/151.55</u>	221.15 <u>/150.22</u>	150.22 <u>/150.22</u>	150.22 <u>/150.22</u>
		0	330.64 <u>/120.53</u>	255.27 <u>/-79.22</u>	124.94 <u>/164.19</u>	62.47 <u>/169.19</u>	62.47 <u>/169.19</u>

Mod V	Faz	%	E	F, M	N, G	H, I, J, K, L
V	a	100	190.51 <u>/0.11</u>	193.16 <u>/0.05</u>	192.62 <u>/0.04</u>	195.27 <u>/-0.02</u>
		80	190.14 <u>/0.11</u>	192.45 <u>/0.04</u>	191.97 <u>/0.04</u>	194.30 <u>/-0.02</u>
		40	188.35 <u>/0.08</u>	189.06 <u>/0.04</u>	188.87 <u>/0.04</u>	189.58 <u>/0.00</u>
		0	116.53 <u>/-2.06</u>	52.63 <u>/-2.79</u>	64.24 <u>/1.42</u>	0.00 <u>/180.59</u>
	b	100	190.51 <u>/240.11</u>	193.15 <u>/240.05</u>	192.61 <u>/240.04</u>	195.27 <u>/239.98</u>
		80	190.26 <u>/240.12</u>	192.79 <u>/240.07</u>	192.28 <u>/240.07</u>	194.82 <u>/240.22</u>
		40	194.05 <u>/240.18</u>	191.04 <u>/240.22</u>	190.66 <u>/240.19</u>	189.05 <u>/240.22</u>
		0	140.32 <u>/243.25</u>	121.71 <u>/248.88</u>	126.34 <u>/247.25</u>	108.85 <u>/254.19</u>

Mod VI	Faz	%	A, . . . , H O, P, R, S	M, N, T, U	I	J	K	L
I	a	100	20.05 /-89.32	40.10 /-89.3	263.30 /-89.61	223.21 /270.00	111.61 /270.0	111.61 /270.0
		80	17.63 /-89.64	35.26 /-89.64	285.21 /-89.96	249.96 /270.0	138.87 /270.0	111.09 /270.0
		40	5.89 /264.8	11.78 /264.85	391.84 /270.0	380.12 /270.00	271.51 /-90.00	108.61 /-90.00
		0	508.05 /94.04	1016.1 /94.04	5042.48 /-89.82	6056.6 /-89.17	6056.65 /-89.1	0.00 /90.77
	b	100	20.05 /150.0	40.10 /150.09	263.30 /150.0	223.21 /150.0	111.61 /150.00	111.61 /150.00
		80	19.14 /152.66	38.28 /152.66	261.00 /150.41	222.76 /150.0	111.38 /150.02	111.38 /150.02
		40	15.16 /159.68	30.32 /159.68	249.93 /152.03	220.54 /150.2	110.27 /150.20	110.27 /150.20
		0	230.30 /-67.08	460.60 /-67.1	391.86 /-81.48	126.80 /163.18	63.40 /163.18	63.40 /163.18

MOD VI	Faz	%	A, E	B, F, M	N, O, R	P, T, S	C, G, U	D, H, I, J, K, L
V	a	100	191.73 /0.09	192.88 /0.06	192.53 /0.06	193.67 /0.02	193.32 /0.02	194.46 /-0.01
		80	191.24 /0.09	192.22 /0.05	191.91 /0.05	192.89 /0.02	192.58 /0.02	193.57 /-0.01
		40	188.80 /0.06	189.02 /0.04	188.91 /0.05	189.12 /0.03	189.02 /0.03	189.23 /0.01
		0	82.96 /-3.35	49.42 /-4.23	58.25 /-2.97	24.71 /-4.23	33.55 /-2.04	0.00 /180.77
	b	100	191.73 /240.09	192.88 /249.59	192.53 /240.86	193.67 /251.33	193.32 /249.85	194.46 /253.19
		80	191.42 /249.1	192.53 /240.1	192.20 /240.08	193.30 /240.05	192.96 /240.05	194.07 /240.02
		40	189.91 /240.17	190.82 /240.2	190.56 /240.21	191.48 /240.2	191.22 /240.19	192.90 /240.20
		0	124.32 /246.64	117.66 /249.59	120.48 /248.19	114.01 /251.33	116.73 /249.8	110.47 /253.19

I. MOD AKIŞ DYAGRAMI



```

DIMENSION AKI(5,11,5),GER(5,11,5),AKIM(10,5),GERI(10,5) MOD0001
COMPLEX A(5,11,3),G(5,11,3),T(3,3),AK(5,11,3),GE(5,11,3) MOD0002
COMPLEX AH,B,C,E,AB,EE,K,GN1,GN2,GS1,GS2,E0,A0,AA,BB,B0,EEO,AB0, MOD0003
*X,Y,Z2,Z0,S,Z,ZA,P,V,U,C1,C2,UU,Z1,GP1,GP2 MOD0004
DATA GP1,GP2/(0.0,0.098618),(0.0,0.066969761)/ MOD0005
DATA AH,B,C/(0.0065,0.059),(0.0065,0.05913),(0.0,-0.02423)/ MOD0006
DATA R,GN1,GN2/(0.0,1.203330),(0.0,0.035016),(0.0,0.02204)/ MOD0007
DATA GS1,GS2,U/(0.0,0.0206072),(0.0,0.0076),(1.00,0.0)/ MOD0008
DATA A0,B0,D,PI/(0.03434,0.2161),(0.0348,0.22),0.0,3.14159/ MOD0009
T(1,1)=CMPLX(1.0,0.0) MOD0010
T(1,2)=CMPLX(1.0,0.0) MOD0011
T(1,3)=CMPLX(1.0,0.0) MOD0012
T(2,1)=CMPLX(1.0,0.0) MOD0013
T(2,2)=CMPLX(-0.5,-0.866025447) MOD0014
T(2,3)=CMPLX(-0.5,0.866025447) MOD0015
T(3,1)=CMPLX(1.0,0.0) MOD0016
T(3,2)=CMPLX(-0.5,0.866025447) MOD0017
T(3,3)=CMPLX(-0.5,-0.866025447) MOD0018
E=AH/3. MOD0019
EE=E/2. MOD0020
E0=A0/3. MOD0021
EEO=E0/2. MOD0022
AB=(AH+B+C)/2. MOD0023
AB0=(A0+B0+C)/2. MOD0024
X=GP1+EE MOD0025
Z=X*R/(2*X+R) MOD0026
Y=Z+AB MOD0027
UU=K*U*(GP2*(X+R/2.)-(R/2.+AB+GP2)*(X+R/2.)-R/2.*GP2+R*R/4.)/ MOD0028
*(R*R/4.*(GP2+R)-(R/2.+AB+GP2)*(GP2+R)*(X+R/2.)+GP2*GP2*(X+R/2.)) MOD0029
Z1=GP2*Y*R/(GP2*Y+GP2*R+Y*R) MOD0030
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KEMAL BERBEROGLU 831310',/,5X,'YILDIZ UNIV. MOD0003
*,FEN BIL. ENS. ELK. BOL.',/,5X,'TEZ CALISMASI ',//,25X, MOD0003
* 'I. MOD BILGISAYAR CIKIS DEGERLERI ')) MOD0003
WRITE(6,499) UU MOD0003
WRITE(6,500) Z1 MOD0003
FORMAT(5X,'POZITIF DIZI EMPEDANSI',/,5X,'Z1=',F14.10,'*',F14.10) MOD0003
FORMAT(/,5X,'POZITIF DIZI THEVENIN ESDEGER GERILIMI ',/,5X, MOD0003
*'UU=',F12.8,'*',F12.8) MOD0003
X=GN1+EE MOD0003
Z=X*R/(2*X+R) MOD0004
Y=Z+AB MOD0004
Z2=GN2*Y*R/(GN2*Y+GN2*R+Y*R) MOD0004
X=GS1+EEO MOD0004
Z=X*R/(2*X+R) MOD0004
Y=Z+AB0 MOD0004
Z0=GS2*Y*R/(GS2*Y+GS2*R+Y*R) MOD0004
WRITE(6,510) Z2,Z0 MOD0004
FORMAT(5X,'NEGATIF VE SIFIR EMPEDANSLAR',/,5X,'Z2=',F14.10,'*', MOD0004
*F14.10,3X,'Z0=',F14.10,'*',F14.10) MOD0004
DO 40 I=1,11 MOD0005
ZA=CMPLX(0.0,1.20333) MOD0005
DE=(100.-0)/100. MOD0005
ZA=ZA*DE MOD0005
P=(ZA-R)/3.0 MOD0005
Y=Z0+R MOD0005
Z=Y*P/(Y+P) MOD0005
X=Z2+R MOD0005
V=X*Z/(X+Z) MOD0005
A(1,I,2)=UU/(Z1+R+V) MOD0005
S=A(1,I,2)*X/(X+Z) MOD0006
A(1,I,3)=(A(1,I,2)*Z/(Z+X))*(-1.) MOD0006
A(1,I,1)=(P*S/(P+Y))*(-1.) MOD0006

```

```

700 AKI(L,I,K)=AKI(L,I,K)+180.
705 GER(L,I,K)=ATAN(AIMAG(GE(L,I,J))/REAL(GE(L,I,J)))*180./PI
IF(REAL(GE(L,I,J))) 808,809,809
808 GER(L,I,K)=GER(L,I,K)+180.
809 N=N+2
      K=K+2
160 CONTINUE
170 CONTINUE
255 CONTINUE
      AA=151.934295
      DO 256 L=1,5
      DO 950 I=1,11
      DO 950 J=1,5,2
      AKI(L,I,J)=AKI(L,I,J)*AA
      GER(L,I,J)=GER(L,I,J)*220.0
950 CONTINUE
960 CONTINUE
256 CONTINUE
540 FORMAT(/,2X,E12.5,'... ',F7.2,'**',E12.5,'... ',F7.2,'**',E12.5,
* '... ',F7.2)
600 FORMAT(/,5X,'IA',12X,'QA',10X,'IB',8X,'QB',10X,'IC',8X,'QC')
610 FORMAT(/,5X,'VA',10X,'QA',10X,'VB',8X,'QB',10X,'VC',8X,'QC')
WRITE(6,FMT='(/,5X,'GERCEK AKIM VE GERILIM DEGERLERI ')')
WRITE(6,FMT='(/,5X,'ARIZALI REAKTOR AKIMLARININ DEGERLERI ')')
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKI(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=1,1)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'SAGLAM REAKTOR AKIMLARININ DEGERLERI ')')
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKI(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=2,2)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'REAKTORLERIN TOPLAM AKIMLARININ DEGERL. ')')
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKI(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=3,3)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KEBAN-KAYSERI HAT. BIR KOL. AKIML. DEG. ')')
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKI(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=4,4)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KEBAN GENERATORLER. URET. TOPLAM AKIM ')')
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKI(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'GOLBASI BARASI GERILIMLERI ')')
WRITE(6,610)
WRITE(6,540) (((GER(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KEBAN BARASI GERILIMLERI ')')
WRITE(6,610)
WRITE(6,540) (((GER(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=1,1)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KONDANSATORLERIN KEBAN TARAFINDAKI GER. ')')
WRITE(6,610)
WRITE(6,540) (((GER(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=2,2)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KONDANSATORL. GOLBASI TARAFINDAKI GER. ')')
WRITE(6,610)
WRITE(6,540) (((GER(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=3,3)
WRITE(6,FMT='(/,5X,'KONDANSATORLER USTUNDEKI GERILIMLER ')')
WRITE(6,610)
WRITE(6,540) (((GER(L,I,K),K=1,6),I=1,11),L=4,4)
J=1
DO 310 I=1,5
J=J+2
DO 320 L=1,5
AKIM(I,L)=(AKI(L,J,1)-AKI(L,1,1))*100./AKI(L,1,1)
GERI(I,L)=(GER(L,J,1)-GER(L,1,1))*100./GER(L,1,1)
320 CONTINUE
310 CONTINUE

```

```

1 AKIL(I,K)=AKIL(I,K)+180.
2 GERL(I,K)=ALAN(AIMAG(GE(L,I,J))/REAL(GE(L,I,J)))*180./PI
3 I=REAL(GE(L,I,J)) 808,809,809
4 GERL(I,K)=GERL(I,K)+180.
5 N=N+2
6 K=K+2
70 CONTINUE
85 CONTINUE
AA=151.934295
DO 250 L=1,5
DO 960 I=1,11
DO 950 J=1,5,2
AKIL(I,J)=AKIL(I,J)*AA
GERL(I,J)=GERL(I,J)*220.0

```

```

950 CONTINUE
960 CONTINUE
955 CONTINUE
540 FORMAT(/,2X,B12.5,.,.,F7.2,*,F12.5,.,.,F7.2,*,F12.5,.,.,F7.2,*,F12.5,
*.,.,F7.2)
600 FORMAT(/,5X,IA,12X,QA,10X,IB,8X,QA,10X,IC,8X,QA,10X,
VA,10X,VA,10X,VA,10X,VA,8X,QA,10X,VA,8X,QA,10X,VA,8X,QA,10X)
710 FORMAT(/,5X,GERCEK AKIM VE GERILIM DEGERLERI ..)

```

```

WRITE(6,FMT=(/,5X,.,ARIZALI REAKTOR AKIMLARININ DEGERLERI...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=1,1)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,SAGLAM REAKTOR AKIMLARININ DEGERLERI...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=2,2)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,REAKTORLERIN TOPLAM AKIMLARININ DEGERL...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=2,2)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KIBAN-KAYSERI HAT. BIR KOL. AKIML. DEG...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=4,4)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KIBAN GENARATORLER. URET. TOPLAM AKIM...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,600)
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,GOLBASI BARASI GERILIMLERI...))
WRITE(6,540) (((AKIL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,610)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KIBAN BARASI GERILIMLERI...))
WRITE(6,540) (((GERL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=5,5)
WRITE(6,610)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KONANSATORLERIN KIBAN TARAFINDAKI GER...))
WRITE(6,540) (((GERL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=1,1)
WRITE(6,610)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KONANSATORLER. GOLBASI TARAFINDAKI GER...))
WRITE(6,540) (((GERL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=2,2)
WRITE(6,610)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KONANSATORLER. GOLBASI TARAFINDAKI GER...))
WRITE(6,540) (((GERL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=3,3)
WRITE(6,610)
WRITE(6,FMT=(/,5X,.,KONANSATORLER USTUNDEKI GERILIMLER...))
WRITE(6,540) (((GERL(I,K),K=1,6),I=1,11),L=4,4)
WRITE(6,610)

```

```

J=1
DO 310 I=1,5
J=J+2
DO 320 L=1,5
AKIM(I,L)=(AKIL(L,J,1)-AKIL(L,1,1))*100./AKIL(L,1,1)
GERL(I,L)=(GERL(L,J,1)-GERL(L,1,1))*100./GERL(L,1,1)
320 CONTINUE
310 CONTINUE
J=1

```

```
DO 802 I=6,10
```

```
J=J+2
```

```
DO 188 L=1,5
```

```
AKIM(I,L)=(AKI(L,J,3)-AKI(L,1,3))*100./AKI(L,1,3)
```

```
GERI(I,L)=(GER(L,J,3)-GER(L,1,3))*100./GER(L,1,3)
```

```
188 CONTINUE
```

```
802 CONTINUE
```

```
WRITE(6,FMT='(/,5X,"I. MOD CALISMADA, HAT UZERINDEKI NUKTALARDA  
*ARIZA NEDENI ILE,"',/5X,"ILGILI NOKTA CALISMA DEGERI BAZI UZERIN  
*DEN YUZDE OLARAK"',/5X,"AKIM UZERINE DEGISIM ETKILERI"',/5X,  
*"C=D=G=H=A=B=E=F"'))
```

```
WRITE(6,FMT='(/,7X,"K"',10X,"L"',10X,"J"',10X,"A"',10X,"I"  
*'))
```

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

```
WRITE(6,FMT='(/,5X,"I. MOD CALISMADA, HAT UZERINDEKI NUKTALARDA  
*ARIZA NEDENI ILE,"',/5X,"ILGILI NOKTA CALISMA DEGERI BAZI UZERI  
*NDEN YUZDE OLARAK"',/5X,"GERILIM UZERINE DEGISIM ETKILERI"',/  
*5X,"I=K=J=L=D=H, A=E, F=B, C=G"'))
```

```
WRITE(6,FMT='(/,7X,"K"',10X,"C"',10X,"b"',10X,"VC"',10X,"A"  
*'))
```

```
WRITE(6,530) ((GERI(I,L),L=1,5),I=1,10)
```

```
40 FORMAT(/,F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3)
```

```
530 FORMAT(/,F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3,'*',F11.3)
```

```
STOP
```

```
END
```

