

UNIVERSITE D'ALGEP

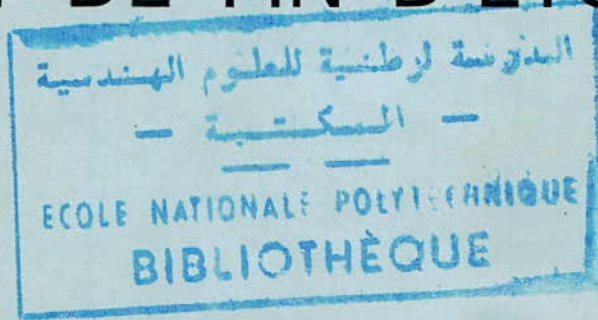
26/75

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

2ex

DEPARTEMENT ELECTRICITE

PROJET DE FIN D'ETUDES



POSTE D'INTERCONNECTION A HAUTE TENSION APPLICATION AU POSTE DE L'ARBAA



Proposé par :

Mr L. PREDA

Etudié par :

Mr TIAR Omar

PROMOTION 1975

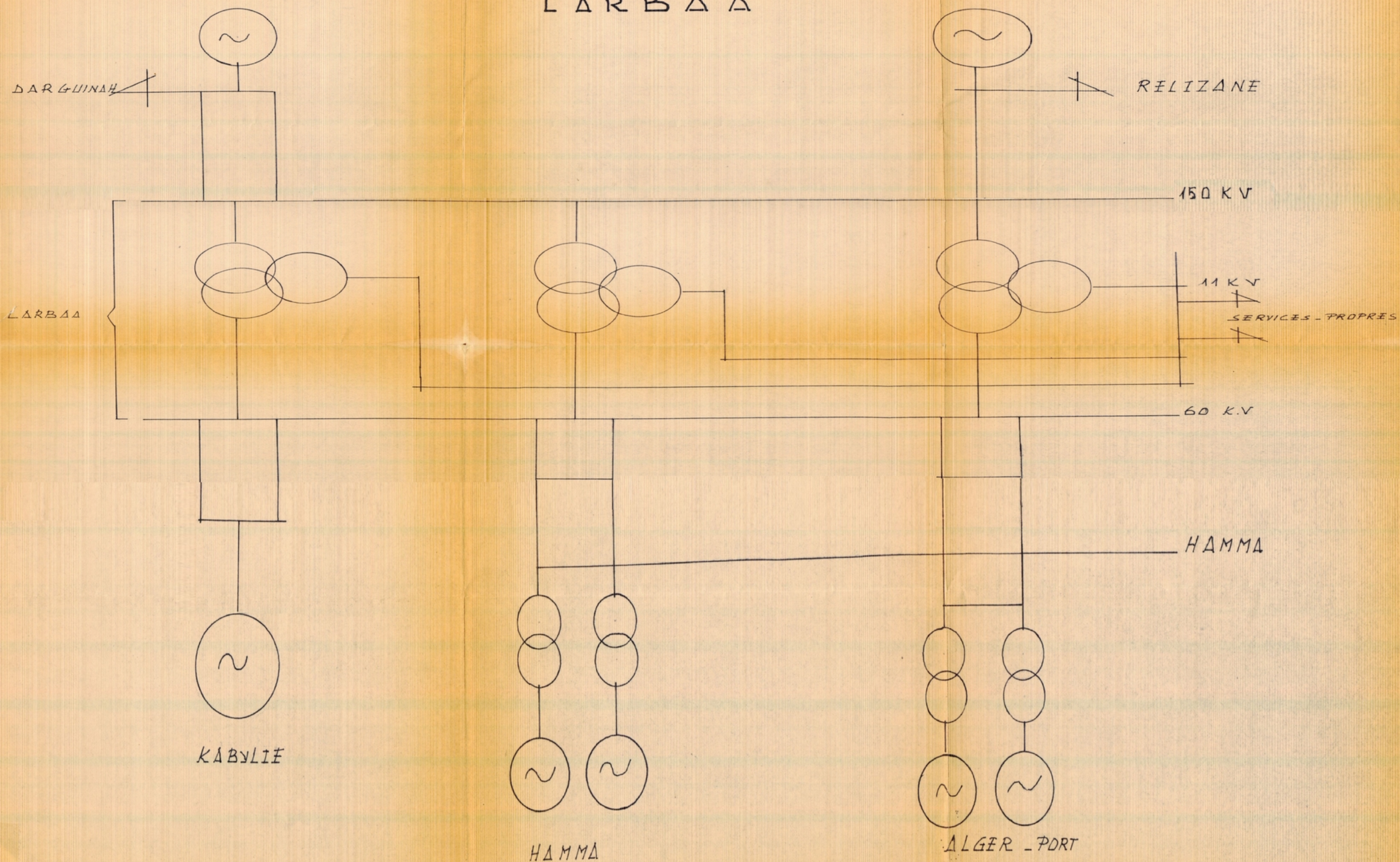
Je tiens à assurer tout particulièrement mon promoteur M^r.L.PREDA de ma profonde reconnaissance pour les explications concernant ce projet.

Que tous les professeurs qui ont contribué à ma formation veuillent bien trouver dans ce modeste travail l'expression de ma gratitude. Je remercie également le personnel de SOFELAZ (Hamma1 & Hamma2) pour toute l'aide qu'ils m'ont fournie

O.TIAR

SCHEMA UNIFILAIRE DU
 - POSTE D'INTERCONNEXION -
 DE
 L A R B A A

(2)



- I N T R O D U C T I O N -

Actuellement l'énergie électrique occupe une place de choix dans le développement économique et industriel d'un pays .Le niveau technique peut se mesurer par le nombre de kWh consommé annuellement par habitant .

Dans une première époque , il ne s'agissait encore que de l'alimentation d'un ou de quelques réseaux de distribution par une centrale . Rapidement on se rendit compte que la mise en commun de plusieurs moyens de production permettait de diminuer notablement la puissance totale installée par une meilleure utilisation des groupes . Ainsi prit naissance l'idée de l'interconnexion .

L'Algérie qui entrevoit son développement national par celui de ces différentes régions a déjà son réseau Nord complètement interconnecté . Pour ce qui est du Sud ,on procède à son interconnection progressive .

Notre étude consistera à calculer certains éléments et paramètres du poste de LARBAA qui permet l'interconnection de toutes les centrales du Nord Algérien.

Caractéristiques du poste:

1) Transformateurs à trois enroulements

a) Transfo 1 et 2 :

Ces deux transfo sont identiques et ont les caractéristiques suivantes:

$$S_{nHT} = S_{nMT} = 50 \text{ MVA}$$

$$S_{nBT} = 20 \text{ MVA}$$

$$U_{nHT} = 150 \text{ KV}$$

$$U_{cc(HT/MT)} = 12,36\% \quad (50 \text{ MVA})$$

$$U_{nMT} = 60 \text{ KV}$$

$$U_{cc(HT/BT)} = 8,04\% \quad (20 \text{ MVA})$$

$$U_{nBT} = 11 \text{ KV}$$

$$U_{cc(MT/BT)} = 4,96\% \quad (20 \text{ MVA})$$

b) Transformateur 3

$$S_{nHT} = S_{nMT} = 50 \text{ MVA}$$

$$S_{nBT} = 20 \text{ MVA}$$

$$U_{nHT} = 150 \text{ KV}$$

$$U_{cc(HT/MT)} = 12,2\% \quad (50 \text{ MVA})$$

$$U_{nMT} = 60 \text{ KV}$$

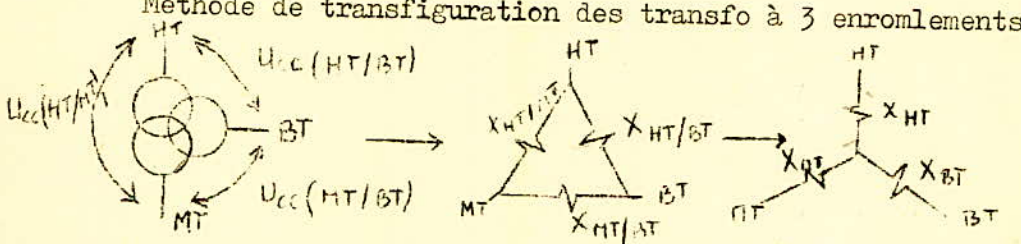
$$U_{cc(HT/BT)} = 19,02\% \quad (50 \text{ MVA})$$

$$U_{nBT} = 11 \text{ KV}$$

$$U_{cc(MT/BT)} = 5,17\% \quad (50 \text{ MVA})$$

** Remarque :

Méthode de transfiguration des transfo à 3 enroulements



pour passer du schéma triangle au schéma étoile on utilise les relations suivantes :

$$- X_{HT} = \frac{X_{HT/MT} + X_{HT/BT} - X_{MT/BT}}{2} = 13,02$$

$$- X_{MT} = \frac{X_{HT/MT} + X_{MT/BT} - X_{HT/BT}}{2} = 9,83$$

$$- X_{BT} = \frac{X_{HT/BT} + X_{MT/BT} - X_{HT/MT}}{2}$$

2) L.E.A. qui arrive sur le poste

- Darguinah-Larbaa : charge max $S_{max} = 120 \text{ MVA}$

- Rélizane-Larbaa : $S_{max} = 80 \text{ MVA}$

- Kabylie-Larbaa : charge max $S_{\max} = 10 \text{ MVA}$
- Alger-Larbaa : " " $S_{\max} = 50 \text{ MVA}$
- Hamma-Larbaa : " " $S_{\max} = 50 \text{ MVA}$

Les services propres du poste sont alimentés à l'aide du jeu de barres de 11 KV par deux départs dont $S_{\max} = 10 \text{ MVA}$; ce jeu de barres n'est alimenté que par un seul tertiaire de l'un des trois transformateurs à trois enroulements les deux autres étant ouverts .

3) Systèmes énergétiques :

a) Jeu de barres de 150 KV de Darguinah :

ous avons relevé chez Sonelgaz $S_{cc} = 1870 \text{ MVA}$

b) Jeu de barres de 150 KV de Relizane :

$S_{cc} = 272,8 \text{ MVA}$

c) Jeu de barres de 60 KV :

$S_{cc} = 44,16 \text{ MVA}$

4) Transformateurs de Hamma :

Il y existe deux transfo dont les caractéristiques sont :

- $S_n = 25 \text{ MVA}$; $U_{n1} = 60 \text{ KV}$; $U_{n2} = 10,3 \text{ KV}$; $U_{cc} = 7,7\%$
- " " ; " " ; " " ; $U_{cc} = 5,9\%$

5) Transfo d'Alger-Port :

Il y a deux transfo identiques ayant pour caractéristiques :

$S_n = 75 \text{ MVA}$; $U_{n1} = 60 \text{ KV}$; $U_{n2} = 10,3 \text{ KV}$; $U_{cc} = 9,7\%$

6) Générateurs :

- Alger-Port : On y trouve deux générateurs identiques

$S_n = 75 \text{ MVA}$; $X''_d = 19,8\%$; $U_n = 10,3 \text{ KV}$

- HAMMA : deux générateurs identiques

$S_n = 23 \text{ MVA}$; $X''_d = 27,6\%$; $U_n = 10,3 \text{ KV}$

7) Pour les disjoncteurs et les sectionneurs existant dans le poste , nous avons regroupé leurs caractéristiques dans des tableaux .

Choix des grandeurs de bases :

- Nous prendrons comme puissance de base

$S_b = 100 \text{ MVA}$

et comme tensions de bases

$U_{b1} = 150 \text{ KV}$ donc $I_{b1} = 0,385 \text{ KA}$

$U_{b2} = 60 \text{ KV}$ " $I_{b2} = 0,962 \text{ KA}$

$U_{b3} = 11 \text{ KV}$ " $I_{b3} = 5,6 \text{ KA}$

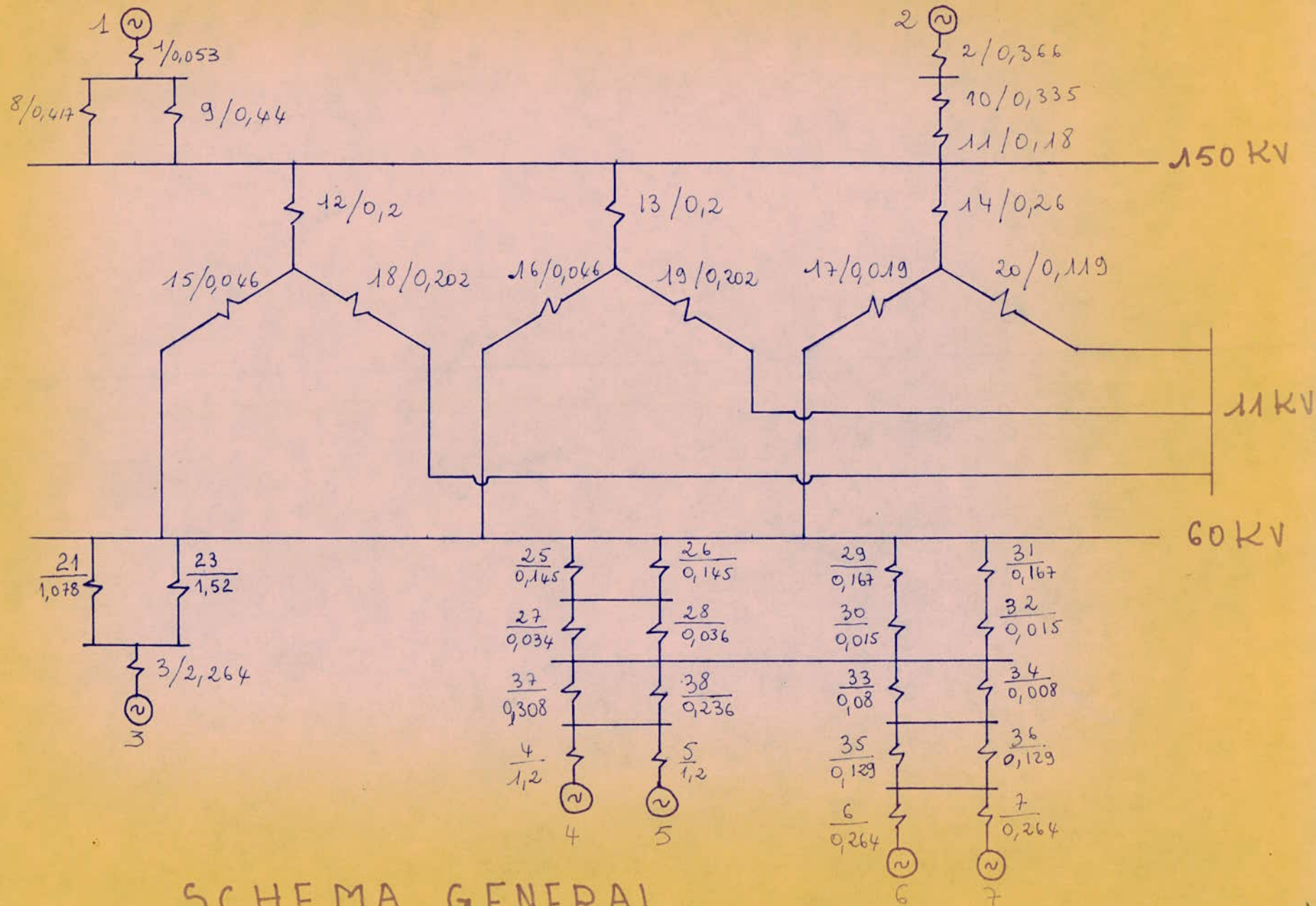
$Z_b = X \frac{S_b}{U_b^2}$

Disjoncteurs existants dans le poste /

	Un	In	P coupure
Disjoncteurs de L.E.A côté 150 KV	150 KV	600 A	2500 MVA
Disjoncteurs de couplage (transfo I et II) 150KV	150 KV	500 A	1500 MVA
Disjoncteurs de couplage (transfo III) 150 KV	170 KV	800 A	3500 MVA
Disjoncteurs de L.E.A côté 60 KV	72,5 KV	800 A	2500 MVA
Disjoncteurs de couplage (transfo I et II) 60 KV	72,5 KV	800 A	2500 MVA

Sectinrneurs

	Un	In
L.E.A côté 150 KV	150 KV	600 A
Couplage: côté 150 KV (transfo I et II)	150 KV	500 A
Couplage: côté 150 KV (transfo III)	170 KV	800 A
L.E.A côté 60 KV	72,5 KV	800 A
Couplage: côté 60 KV	72,5 KV	800 A



SCHEMA GENERAL

DONNANT LES REACTANCES REDUITES.

COURANTS DE COURT-CIRCUIT

I.1 -Généralités-

Il existe plusieurs types de court-circuits :

- Le court-circuit monophasé
- Le court-circuit biphasé avec ou sans terre
- Le court-circuit triphasé avec ou sans terre

Des statistiques basées sur des données recueillies dans différents pays permettent de dire que :

- 65 % des défauts sont dus à des court-circuits monophasés .
- 20 % des défauts sont dus à des court-circuits biphasés sans terre .
- 10 % des défauts sont dus à des court-circuits biphasés avec terre .
- 5 % des défauts sont dus à des court-circuits triphasés .

Les plus graves défauts pouvant apparaître dans les réseaux électriques sont consécutifs à des court-circuits triphasés bien qu'il existe des cas où les court-circuits biphasés dépassent ces derniers mais très rarement .

Dans notre étude nous ne décrivons que les courants de court-circuit triphasés .

I.2 -Systèmes de grandeurs réduites -

Ce système est utilisé pour simplifier le calcul des courants de court-circuit . La grandeur réduite d'une grandeur physique est le rapport de cette dernière par une autre grandeur physique de même nature qui a été choisie comme grandeur de référence nommée grandeur de base .

Les quatre grandeurs utilisées habituellement sont S, U, I, X et seulement deux sont indépendantes . En général on choisit S_b et U_b ; il en résulte I_b et X_b .

Habituellement, le constructeur choisit comme grandeurs de base les grandeurs nominales .

On obtient les grandeurs réduites comme suit :

$$S^* = S/S_b \quad U^* = U/U_b \quad I^* = I/I_b \quad X^* = X \cdot S_b / U_b^2$$

- pour les transformateurs :

$$X^* = X_n (\%) \cdot \frac{S_b}{S_n} \cdot \frac{U_n^2}{U_b^2} = X_n^* \cdot \frac{S_b}{S_n} \quad (\text{vu que } U_n = U_b)$$

- pour les lignes électriques aériennes :

$$X^* = \dots \frac{l}{U_b^2}$$

- pour les lignes électriques aériennes :

$$X^* = X \cdot \frac{S_b}{U_b^2}$$

- pour les systèmes énergétiques :

$$X^* = \frac{S_b}{S_{oc}}$$

I.3 - Calcul des courants de court-circuit -

I.3.1 - Méthode de calcul-

Une fois que nous avons déterminé toutes les grandeurs réduites du schéma, on procède aux simplifications en mettant les réactances en série ou en parallèle de façon à déterminer la réactance équivalente totale (X_e^*) jusqu'au point de court-circuit .

La grandeur réduite (rapportée aux grandeurs de base) de la composante périodique du courant à l'instant initial ($t=0$) sera :

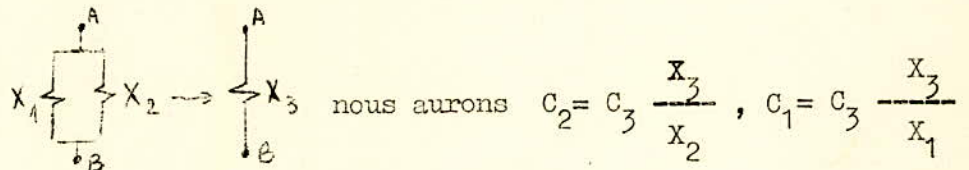
$$I''^* = \frac{E''^*}{X_e^*}$$

où E''^* représente la force électromotrice surtransitoire du générateur en grandeur réduite et X_e^* la réactance équivalente entre le point de court-circuit et le générateur .

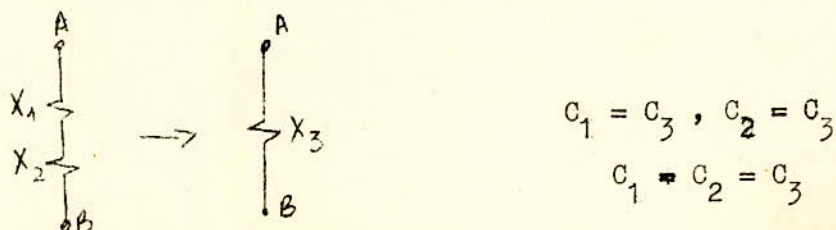
Après avoir déterminé I''^* on calcule le courant de court-circuit en grandeur réelle et ceci en multipliant le courant de court-circuit surtransitoir réduit par le courant de base de la tranche dans laquelle est situé le point decourt-circuit .

Ensuite on détermine les coefficients de répartition dans chaque branche du circuit en utilisant les relations suivantes :

- si l'on a des réactances en parallèles :



- si l'on a des réactances en séries :



Ces coefficients de répartition vont nous permettre de déterminer les courants de court-circuit dans chaque branche et cela en multipliant le courant de court-circuit surtransitoir réduit par le coefficient de répartition de la branche et par le courant de base correspondant .

Dans le calcul pratique on considère que nous avons une chute de tension dans le générateur égale à 10 % de la tension nominale du générateur, c'est à dire $E'' = 1,1 U_n$.

$$\text{Puisqu'on considère } U_b = U_n \text{ et } E''^* = \frac{1,1 U_n}{U_b}$$

on aura donc : $E''^* = 1,1$

$$I''^* = 1,1 / X_c^*$$

Nous ferons également les considérations suivantes :

- Les circuits magnétiques sont non saturés d'où l'on aura des schémas linéaires .

- Les courants de magnétisation des transformateurs sont négligeables .

- Les résistances sont négligeables devant les réactances :

$$(u, i) = 90^\circ = \psi_K$$

- Tous les générateurs ont leurs neutres au même potentiel .

- Pour les transformateurs on utilise les relations suivantes :

$$X_d = X_i = Z_{cc} = \frac{U_{cc}(\%) \cdot U_n^2}{100 S_n}$$

$$\text{avec } U_{cc}(\%) = X(\%)$$

- Pour les lignes, la relation qui donne la réactance est :

$$X = 0,1445 \cdot \log\left(\frac{D_{med}}{r}\right) + 0,0157 \quad (\Omega/\text{km})$$

$$\text{avec } D_{med} = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3}$$

D : distance entre conducteurs (cm)

r : rayon du conducteur (cm)

- Pour les câbles de 60 kV on a $X = 0,13 \Omega/\text{km}$

- APPLICATION -

Dans cette application nous allons considérer deux variantes :

- Variante A qui correspond au régime de fonctionnement normal et qui va nous servir pour déterminer les courants de court-circuit maximum dans les branches .

- Variante B qui correspond à un régime particulier de fonctionnement qui nous servira pour déterminer quelques courants minimum

Pour ces deux variantes nous nous proposons de calculer les courants de court-circuit sur les jeux de barres de 150; 60; 11kV

Après les I_{cc} sur les jeux de barres nous calculerons les coefficients de répartition dans les branches ; nous déterminerons ensuite les courants de court-circuit dans ces dernières .

A/ 1ere. V A R I A N T E :

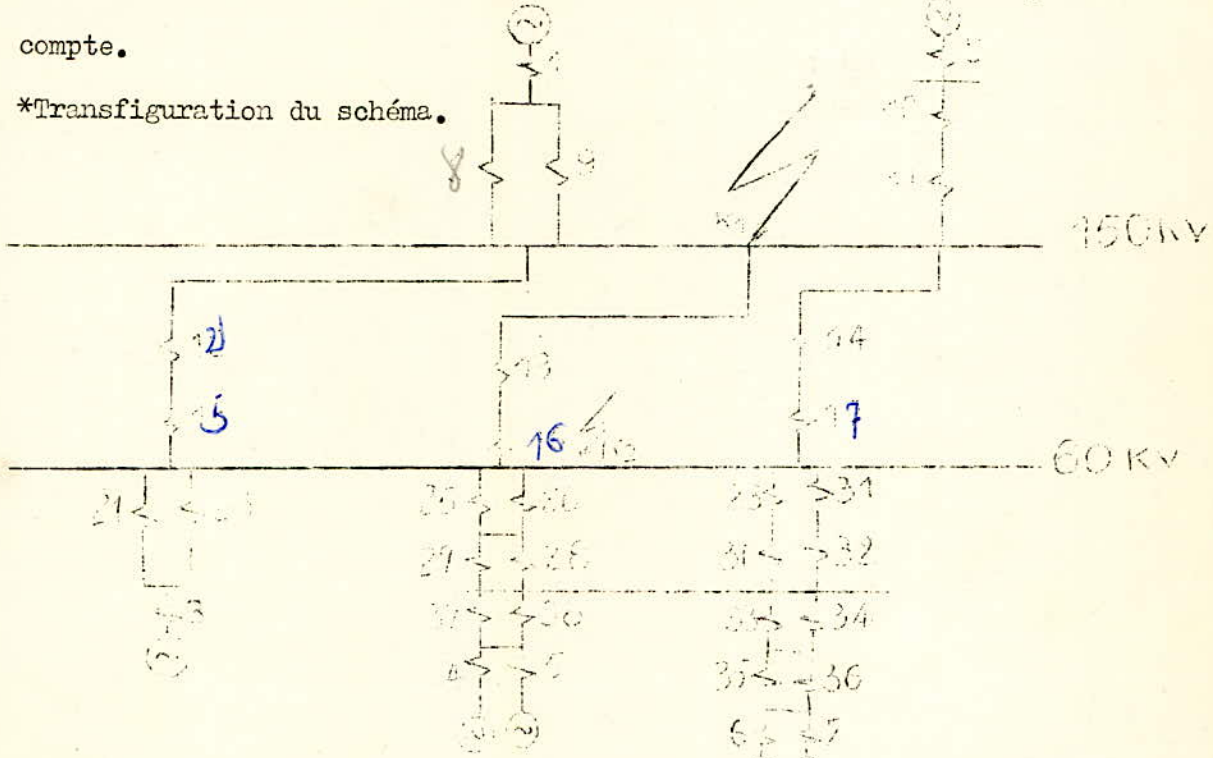
Schema d'exploitation normale.

C⁺C⁺ sur les jeux de barres de 150 Kv, 60 Kv et 11 Kv

I/ C⁺ C⁺ sur les jeux de barres de 150Kv et 60 Kv

Dans ces deux cas la branche de 11 Kv étant passive et n'intervenant pour l'alimentation des points de C C nous n'en tiendrons pas compte.

*Transfiguration du schéma.



On a: $X_1 = 0,053$; $X_2 = 0,366$; $X_3 = 2,264$; $X_4 = X_5 = 1,2$; $X_6 = X_7 = 0,264$

$X_8 = 0,417$; $X_9 = 0,44$; $X_{10} = 0,335$; $X_{11} = 0,18$; $X_{12} = X_{13} = 0,2$

$X_{14} = 0,26$; $X_{15} = X_{16} = 0,046$; $X_{17} = 0,019$; $X_{21} = 1,078$; $X_{23} = 1,52$

$X_{25} = X_{26} = 0,145$; $X_{27} = 0,034$; $X_{28} = 0,036$; $X_{29} = X_{31} = 0,167$

$X_{30} = X_{32} = 0,015$; $X_{33} = X_{34} = 0,008$; $X_{35} = X_{36} = 0,129$; $X_{37} = 0,308$

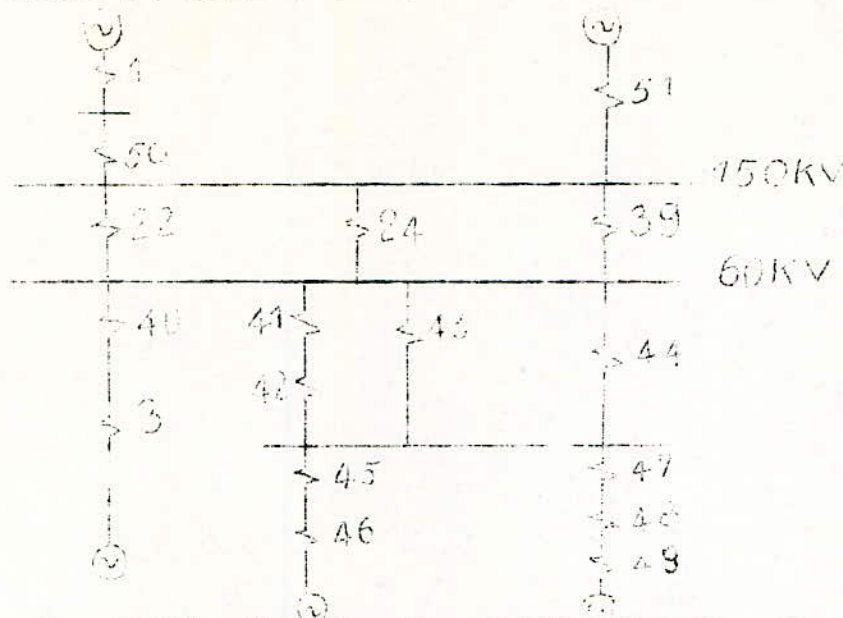
$X_{38} = 0,236$.

*Groupons X_{15} et X_{12} ; X_{13} et X_{16} ; X_{14} et X_{17} ; X_{21} et X_{23} ; X_{25} et X_{26} .

X_{27} et X_{28} ; X_{29} et X_{30} ; X_{31} et X_{32} ; X_{33} et X_{34} ; X_{35} et X_{36} ; X_{37} et X_{38}

X_8 et X_9 ; X_2 ; X_{10} et X_{11} .

Nous obtenons le schéma suivant:



$$X_{22} = X_{12} + X_{15} = 0,246 ; X_{24} = X_{13} + X_{16} = 0,246 ; X_{39} = X_{14} + X_{17} = 0,241$$

$$X_{40} = \frac{X_{21} \cdot X_{23}}{X_{21} + X_{23}} = 0,63 ; X_{41} = \frac{X_{25}}{2} = X_{26} / 2 = 0,0725$$

$$X_{42} = \frac{X_{27} \cdot X_{28}}{X_{27} + X_{28}} = 0,0174 ; X_{43} = X_{29} + X_{30} = 0,182 ; X_{44} = X_{43} = 0,182$$

$$X_{45} = \frac{X_{37} \cdot X_{38}}{X_{37} + X_{38}} = 0,1336 ; X_{46} = X_4 / 2 = X_5 / 2 = 0,6$$

$$X_{47} = X_{33} / 2 = X_{34} / 2 = 0,004 ; X_{48} = X_{35} / 2 = X_{36} / 2 = 0,0645$$

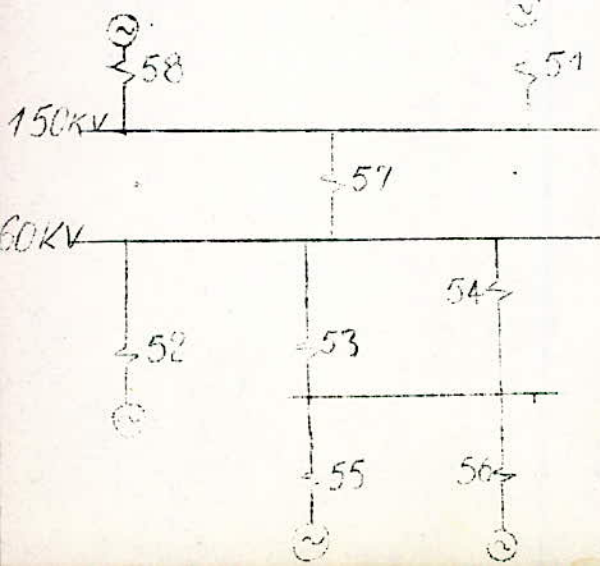
$$X_{49} = X_6 / 2 = X_7 / 2 = 0,132 ; X_{50} = X_8 \cdot X_9 / (X_8 + X_9) = 0,214$$

$$X_{51} = X_2 + X_{10} + X_{11} = 0,881 .$$

* Groupons X_3 et X_{40} ; X_{41} et X_{42} ; X_{43} et X_{44} ; X_{45} et X_{46} ; X_{47} , X_{48} et X_{49} ;

X_{22} , X_{24} , et X_{39} ; X_1 et X_{50} .

Nous obtenons le schéma suivant:



$$X_{52} = X_3 + X_{40} = 2,894$$

$$X_{53} = X_{41} + X_{42} = 0,0899$$

$$X_{54} = X_{43} / 2 = X_{44} / 2 = 0,091$$

$$X_{55} = X_{46} + X_{45} = 0,7336$$

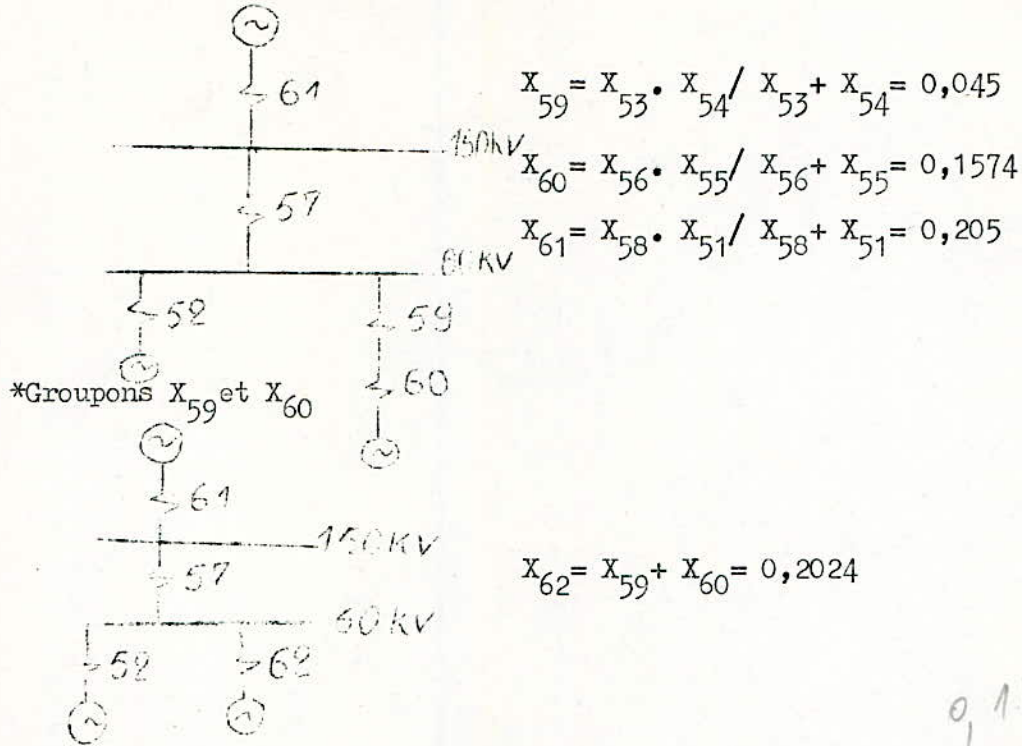
$$X_{56} = X_{47} + X_{48} + X_{49} = 0,2005$$

$$X_{57} = \frac{(X_{22}/2) \cdot X_{39}}{(X_{22}/2) + X_{39}} = 0,0814$$

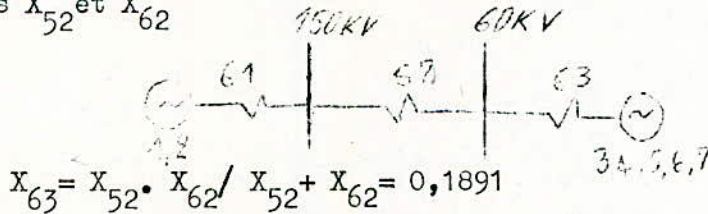
$$X_{58} = X_1 + X_{50} = 0,267$$

*Groupons X_{53} et X_{54} ; X_{55} et X_{56} ; X_{51} et X_{58} .

Nous obtenons le schéma suivant:



*Groupons X_{52} et X_{62}



0,1891
0,0814

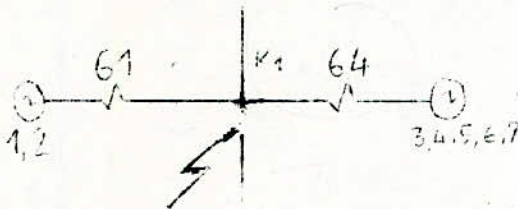
0,2705

Court circuit sur le jeu de barre de 150 Kv : K_1

Transfiguration du schéma

I_1 / On reprend le schéma à partir du celui donné précédemment et

regroupe X_{63}^* et X_{57}^*



$X_{64}^* = X_{63}^* + X_{57}^* = 0,2705$

On regroupe les générateurs 1,2,3,4,5,6,7, et 8 on obtient

$X_{65} = X_{64} \cdot X_{61} / X_{64} + X_{61} = 0,1166$

$X_{65}^* = X_{65}^* = + 0,1166$

I₁₂ / Calcul de I^{**} et IK₁

I^{**} = 1,1 / X^{*} = 1,1 / X₆₅^{*} = 9,43

I^{**}_{K₁} = I^{**} · Ib₁ = 9,43 · 0,385 = 3,632 K A

I₁₃) -Determination des coefficients de répartition

C₆₅ = 1 ; C₆₄ = C₆₅(X₆₅/X₆₄) = 0,431 ; C₆₁ = C₆₅(X₆₅/X₆₁) = 0,5687

C₆₃ = C₅₇ = C₆₄ = 0,431 ; C₆₂ = C₆₃(X₆₃/X₆₂) = 0,4026

C₅₂ = C₆₃(X₆₃/X₅₂) = 0,0281 ; C₆₀ = C₅₉ = C₆₂ = 0,40260

C₅₆ = C₆₀(X₆₀/X₅₆) = 0,316 ; C₅₅ = C₆₀(X₆₀/X₅₅) = 0,0863

de la même façon nous obtenons:

C₅₄ = 0,199 ; C₅₃ = 0,2115 ; C₅₈ = 0,4366 ; C₅₁ = 0,1323 ; C₄₇ = 0,316

C₄₆ = C₄₅ = C₅₅ = 0,0863 ; C₄₄ = C₄₃ = C₅₄/2 = 0,0995

C₄₂ = C₄₁ = C₅₃ = 0,2015 ; C₄₀ = C₃ = C₅₂ = 0,0281 ; C₅₀ = C₁ = C₅₈ = 0,4366

C₃₉ = 0,1455 ; C₂₄ = 0,1426 ; C₂₂ = 0,1426 ; C₃₁ = C₃₂ = C₄₄ = 0,0995

C₂₉ = C₄₃ = C₄₄ = 0,0995 ; C₂₅ = C₂₆ = C₄₁/2 = 0,1007 ; C₂₃ = 0,0116 ;

C₂₁ = C₄₀(X₄₀/X₂₁) = 0,0164 ; C₉ = 0,2123 ; C₁₂ = C₁₅ = C₂₂ = 0,1426

C₁₃ = C₁₆ = C₂₄ = 0,1426 ; C₁₄ = C₁₇ = C₃₉ = 0,1455 ; C₈ = 0,224

C₁₀ = C₂ = C₅₁ = 0,1323 ; C₄ = C₅ = C₄₆/2 = 0,04315 ;

C₆ = C₇ = C₄₉/2 = 0,158.

I.1.2/Verification: On doit avoir

C_i = 1 , on a: 0,4366 + 0,1323 + 0,0281 + 2.0,04315 + 2.0,158 = 0,99

∑ = 0,9993 1

I.1.5) Calcul des courants de court circuit dans les branches

On applique la formule suivante: I_K = C_KI^{**} · Ib_i

I₈ = C₈I^{**} · Ib_i = 0,224 · 9,44 · 0,385 = 0,813 K.A

I₉ = 0,77 K.A ; I₁₀ = 0,48 K.A ; I₁₂ = 0,517 K.A ; I₁₃ = I₁₂ = 0,517 K.A

I₁₄ = 0,528 K.A

I₁₅ = C₁₅I^{**} · Ib_{II} = 0,1426 · 9,43 · 0,962 = 1.293 K.A

$$I_{16} = I_{15} = 1,293 ; I_{17} = 1,319 \text{ K.A}$$

$$I_{21} = 0,148 ; I_{23} = 0,105 ; I_{25} = 0,913 ; I_{26} = I_{25} = 0,913 \text{ K.A } I_{29} = 0,902$$

I.2) Court circuit en K_2 sur le jeu de barre de 60 Kv

I.2.1) Transfiguration du schéma.

On reprend à partir du schéma suivant: →

On groupe X_{61} et X_{57}



$$X_{66} = X_{61} + X_{57} = 0,205 + 0,0814 = 0,2864$$

On groupe les générateurs 1 et 2 avec 3, 4, 5, 6 et 7



$$X_{67} = X_{66} \cdot X_{63} / X_{66} + X_{63} = 0,2864 \cdot 0,1891 / 0,2864 + 0,1891 = 0,1138$$

$$\underline{\underline{X_e = X_{67} = 0,1138}}$$

I.2.2) Calcul de courant de court circuit surtransitoire la valeur réduite de ce courant sera donnée par:

$$I''^* = 1,1 / X_e^* = 1,1 / 0,1138 = 9,666$$

et la valeur du courant de court circuit en K_2 sera:

$$I_{K2} = I'' \cdot I_{b2} = 9,298 \text{ K.A}$$

I.2.3) Détermination des coefficients de répartition

$$C_{67} = 1$$

$$C_{66} = C_{67} (X_{67} / X_{66}) = 0,3973 ; C_{63} = C_{67} (X_{67} / X_{63}) = 0,6017$$

$$C_{61} = C_{57} = C_{66} = 0,3973 ; C_{62} = C_{63} (X_{63} / X_{62}) = 0,5621$$

$$C_{52} = C_{63} (X_{63} / X_{52}) = 0,0393 ; C_{60} = C_{59} = C_{62} = 0,5621$$

$$C_{58} = C_{61} (X_{61} / X_{58}) = 0,305 ; C_{51} = C_{61} (X_{61} / X_{51}) = 0,0924$$

$$C_{56} = C_{60} (X_{60} / X_{56}) = 0,4412 ; C_{55} = C_{60} (X_{60} / X_{55}) = 0,1206$$

$$C_{54} = C_{59} (X_{59} / X_{54}) = 0,2779 ; C_{53} = C_{59} (X_{59} / X_{53}) = 0,2813$$

$$C_{49} = C_{48} = C_{47} = C_{56} = 0,4412 ; C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,1206 ; C_{42} = C_{41} = C_{53} = 0,2813$$

$$C_{44} = C_{43} = C_{54}/2 = 0,1314 ; C_{50} = C_1 = C_{58} = 0,305 ; C_{40} = C_3 = C_{52} = 0,0393$$

$$C_{39} = 0,1341 ; C_{24} = 0,1314 ; C_{22} = C_{24} = 0,1314 ; C_{29} = C_{30} = C_{43} = 0,1389$$

$$C_{31} = C_{32} = C_{44} = 0,1389 ; C_{25} = C_{26} = C_{41}/2 = 0,14065 ; C_{23} = 0,0162$$

$$C_{21} = 0,0229 ; C_{14} = C_{17} = C_{39} = 0,1341 ; C_{13} = C_{16} = C_{24} = 0,1314 ; C_9 = 0,1483$$

$$C_{15} = C_{12} = C_{13} = 0,1314 ; C_8 = 0,1565 ; C_4 = C_5 = C_{46}/2 = 0,0603$$

$$C_6 = C_7 = C_{49}/2 = 0,2206 ; C_2 = C_{51} = C_{10} = C_{11} = 0,0924 .$$

I.2.4) Verification

On doit avoir $C_i = 1$

$$0,305 + 0,0924 + 0,0393 + 2 \cdot 0,0603 + 2 \cdot 0,2206 = 0,9985 \approx 1$$

I.25) Calcul des Icc dans les branches:

$$I_8 = C_8 I''^* \cdot I_{b7} = 0,582 ; I_9 = C_9 I''^* \cdot I_{b1} = 0,551 ; C_{10} = 0,343$$

$$I_{12} = 0,488 ; I_{13} = I_{12} = 0,488 ; I_{14} = 0,499$$

$$I_{15} = C_{15} I''^* \cdot I_{b2} = 1,27 \text{ K.A} ; I_{16} = I_{15} = 1,27 \text{ K.A} ; I_{17} = 1,296 \text{ K.A}$$

$$I_{21} = 0,221 \text{ K.A} ; I_{23} = 0,156 \text{ K.A} ; I_{25} = 1,359 ; I_{29} = 1,342$$

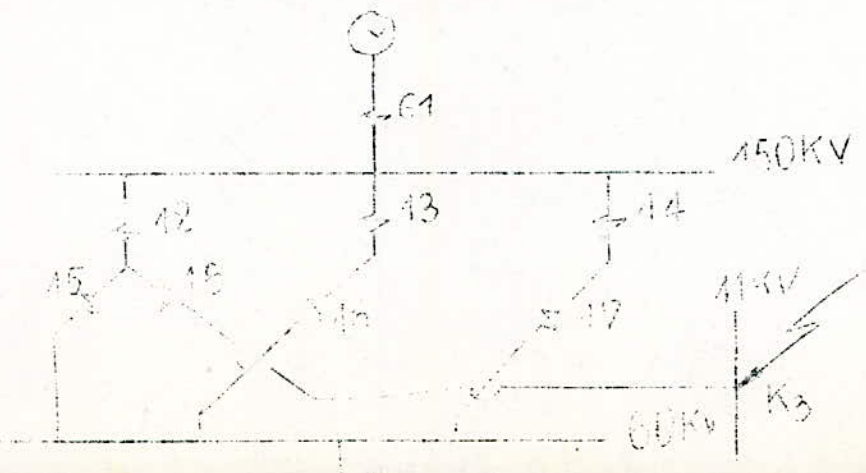
$$I_{26} = 1,359 ; I_{31} = 1,342 \text{ K.A}$$

I.3) Courant de court circuit sur le jeu de barres De 11Kv : K_3

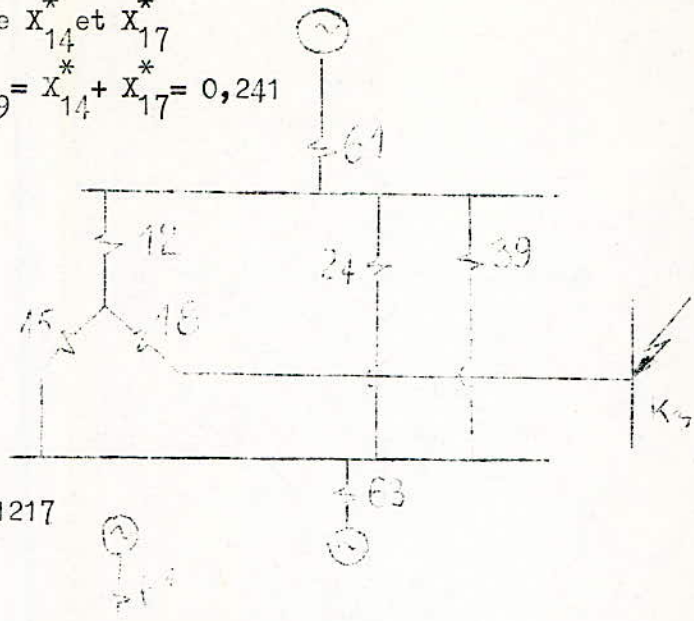
Le point K_3 étant le jeu de barre de 11 Kv qui alimente les services propres du poste qui est lui même alimenté par un seul transformateur où deux transformateurs identiques. Nous allons traiter les cas où ce jeu de barre est alimenté par I soit par le transformateur 3

I.3.1)Alimentation par le transformateur I/

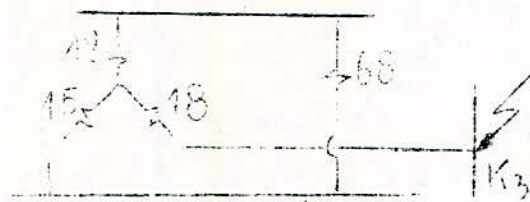
I.3.1.1) Transfiguration du schéma suivant:



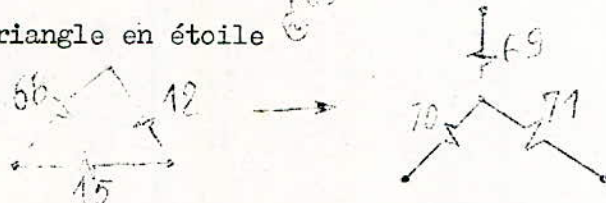
Groupons X_{13}^* et X_{16}^* ainsi que X_{14}^* et X_{17}^*
 $X_{38}^* = X_{13}^* + X_{16}^* = 0,246$; $X_{39}^* = X_{14}^* + X_{17}^* = 0,241$



Groupons X_{39}^* et X_{38}^*
 $X_{68}^* = X_{39}^* \cdot X_{38}^* / (X_{39}^* + X_{38}^*) = 0,1217$

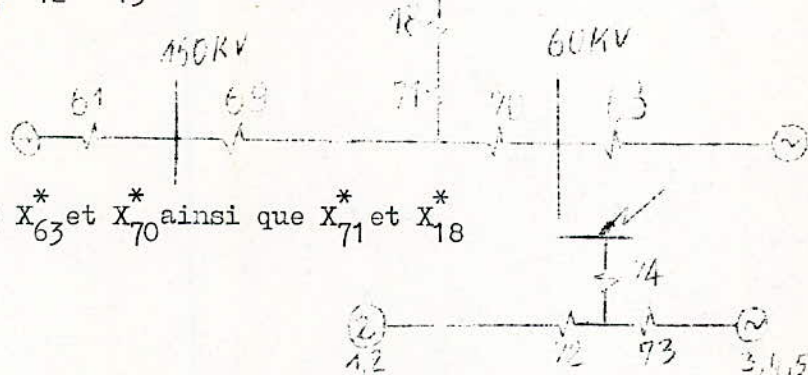


*Transformateur du triangle en étoile



$X_{69} = X_{68} \cdot X_{12} / (X_{68} + X_{12} + X_{15}) = 0,0661$; $X_{70} = X_{68} \cdot X_{15} / (X_{68} + X_{12} + X_{15}) = 0,015$
 $X_{71} = X_{12} \cdot X_{15} / (X_{68} + X_{12} + X_{15}) = 0,0250$

Le schéma devient:



Groupons X_{61}^* et X_{69}^* ; X_{63}^* et X_{70}^* ainsi que X_{71}^* et X_{18}^*

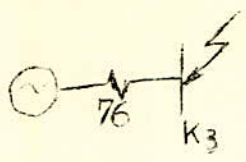
$X_{72}^* = X_{61}^* + X_{69}^* = 0,2711$; $X_{73}^* = X_{63}^* + X_{70}^* = 0,2013$; $X_{74}^* = X_{71}^* + X_{18}^* = 0,227$

Groupons tous les générateurs: 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7



$X_{75}^* = X_{73}^* \cdot X_{72}^* / (X_{73}^* + X_{72}^*) = 0,1155$

Groupes X_{75}^* et X_{74}^*



$$X_{76}^* = X_{75}^* + X_{74}^* = 0,3425$$

$$X_e^* = X_{76}^* = 0,3425$$

I.3.1.2) Determination de I_{K3}^* et I_{K3}

On a: $I''^* = 1,1 / X_e^*$ $I''^* = 1,1 / 0,3425 = 3,211$ et I_{K3} sera:

$$I_{K3}'' = I''^* \cdot I_{b3} = 3,211 \cdot 5,6 = \underline{17,981 \text{ K.A.}}$$

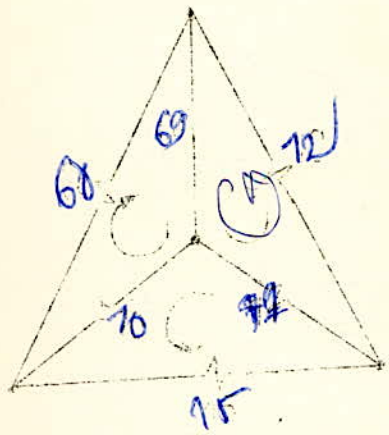
I.3.1.3) Calcul des coefficients de répartition:

$$C_{76} = 1$$

$$C_{75} = C_{74} = C_{76} = 1 ; C_{73} = 0,5737 ; C_{72} = 0,426 ; C_{18} = C_{71} = C_{74} = 1$$

$$C_{61} = C_{69} = C_{72} = 0,426 ; C_{63} = C_{70} = C_{73} = 0,5737 .$$

* Détermination des coefficients de répartition dans les côtes du triangle: On se fixe des sens arbitraires de circulation sur les cotés du triangle.



Appliquons la loi des mailles:

Maille I:

$$C_{69} X_{69} + C_{71} X_{71} - C_{12} X_{12} = 0$$

Maille II:

$$C_{71} X_{71} - C_{70} X_{70} + C_{15} X_{15} = 0$$

Maille III

$$-C_{69} X_{69} - C_{70} X_{70} - C_{68} X_{68} = 0 .$$

Nous obtenons:

Maille I : $0,426 + 0,0661 + 1 \cdot 0,025 - C_{12} \cdot 0,2 = 0$

Maille II : $-1 \cdot 0,025 - 0,5737 \cdot 0,0152 + C_{15} \cdot 0,046 = 0$

Maille III : $0,426 \cdot 0,0661 - 0,5737 \cdot 0,0152 - C_{68} \cdot 0,1217 = 0$

De I on tire:

$$C_{12} = \frac{0,426 \cdot 0,0661 + 1 \cdot 0,025}{0,2} = 0,26579$$

De II on tire:
$$C_{15} = \frac{0,025 + 0,5737 \cdot 0,0152}{0,046} = 0,73304$$

De III on tire:
$$C_{68} = \frac{-0,5737 \cdot 0,0152 + 0,426 \cdot 0,0661}{0,1217} = 0,1597$$

- $C_{39} = C_{68} (X_{68} / X_{39}) = 0,0806$; $C_{24} = 0,079$; $C_{14} = C_{17} = C_{39} = 0,0806$
- $C_{13} = C_{16} = C_{38} = 0,079$; $C_{62} = 0,536$; $C_{52} = 0,0374$; $C_{58} = 0,327$
- $C_{60} = C_{59} = C_{62} = 0,536$; $C_{51} = 0,0991$; $C_{56} = 0,4207$; $C_{55} = 0,115$
- $C_{54} = 0,265$; $C_{53} = 0,2682$; $C_{49} = C_{48} = C_{47} = C_{56} = 0,4207$; $C_{44} = C_{54} / 2 = 0,1325$
- $C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,115$; $C_{43} = C_{44} = 0,1325$; $C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2682$
- $C_1 = C_{50} = C_{58} = 0,327$; $C_2 = C_{10} = C_{11} = C_{51} = 0,0991$; $C_8 = 0,1678$
- $C_3 = C_{40} = C_{52} = 0,0374$; $C_9 = 0,159$; $C_{21} = 0,0218$; $C_{23} = 0,0155$
- $C_{25} = C_{41} / 2 = 0,1341$; $C_{26} = C_{25} = 0,1341$; $C_{29} = C_{43} = 0,1325$
- $C_{31} = C_{44} = 0,1325$; $C_4 = C_5 = C_{46} / 2 = 0,0575$; $C_6 = C_7 = C_{49} / 2 = 0,21035$.

I.3.1.4) Vérification /

$$C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 = 1$$

$$0,327 + 0,0991 + 0,0374 + 2 \cdot 0,21035 + 2 \cdot 0,0575 = 0,9992 \quad 1$$

I.3.1.5) Détermination des Icc dans les branches:

- $I_8 = C I''^*$. $I_{b1} = 0,207$; $I_9 = 0,196$; $I_{10} = 0,122$; $I_{12} = 0,328$
- $I_{13} = 0,097$; $I_{14} = 0,099$;
- $I_{15} = C_{15} I''$. $I_{b2} = 2,264$; $I_{17} = 0,248$; $I_{16} = 0,244$; $I_{18} = 17,981 \text{ K.A}$
- $I_{21} = 0,067$; $I_{23} = 0,047$; $I_{25} = 0,414$; $I_{26} = I_{25} = 0,414$; $I_{29} = 0,409$
- $I_{31} = I_{29} = 0,409$

I.3.2.6) Alimentation du jeu de barre de 11 Kv par le transformateur 2/

Vu que les transformateurs 1 et 2 sont identiques nous aurons les mêmes courants de court circuit dans les branches sauf que dans le cas où nous aurons:

- Le courant qui circulait dans la branche 12, circulera dans ce cas là branche 13.

La même chose pour les branches 15 et 16

Le courant qui circulait dans la branche 18 circulera dans la branche 18 et nous aurons:

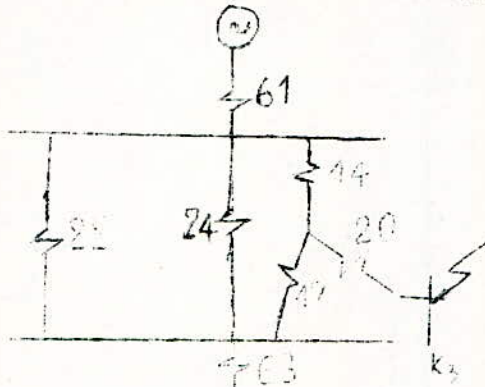
$$I_{12} = 0,097 \text{ K.A} ; I_{13} = 0,328 \text{ K.A} ; I_{15} = 0,244 \text{ K.A} ; I_{16} = 2,264 \text{ K.A}$$

$$I_{18} = 0 ; I_{19} = 17,981 \text{ K.A} .$$

Pour les autres branches les courants restent les mêmes que le cas

I.3.3) Alimentation du jeu de barre de 11 kv par le transformateur 3 /

I.3.3.1) Transfiguration du schéma.



$$X_{61}^* = 0,205$$

$$X_{22}^* = 0,246$$

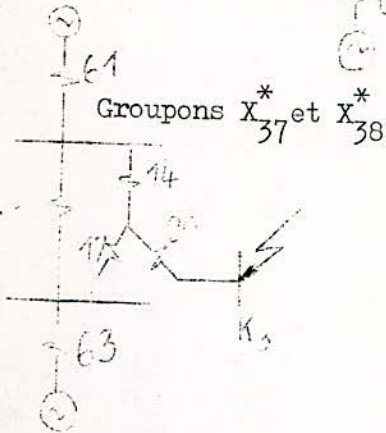
$$X_{24}^* = 0,246$$

$$X_{14}^* = 0,26$$

$$X_{63}^* = -0,019$$

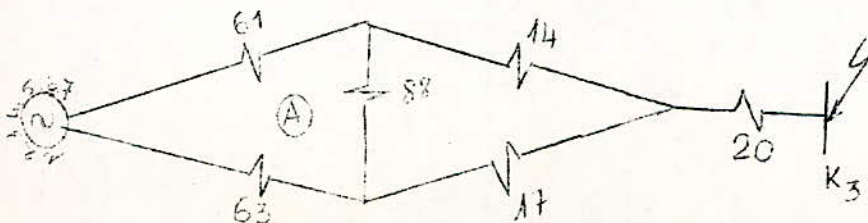
$$X = 0,119$$

$$X^* = 0,1891$$

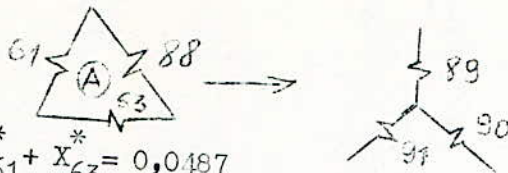


$$X_{88}^* = X_{37}^* \cdot X_{38}^* / (X_{37}^* + X_{38}^*) = X_{37}^* / 2 = 0,123$$

Groupons les générateurs 1,2 et 3,4,5,6,7 ; nous aurons la configuration suivante:



Transfigurons le triangle en étoile:



$$X_{89}^* = X_{88}^* \cdot X_{61}^* / X_{88}^* + X_{61}^* + X_{63}^* = 0,0487$$

$$X_{90}^* = X_{88}^* \cdot X_{63}^* / X_{88}^* + X_{63}^* + X_{61}^* = 0,0449$$

$$X_{91}^* = X_{61}^* \cdot X_{63}^* / X_{61}^* + X_{63}^* + X_{88}^* = 0,0749$$

Et nous aurons le schéma suivant:

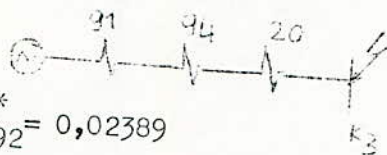


Groupons X_{89}^* et X_{14}^* ainsi que X_{90}^* et X_{17}^*



$$X_{92}^* = X_{89}^* + X_{14}^* = 0,3087 ; X_{93}^* = X_{90}^* + X_{17}^* = 0,0259$$

Groupons X_{92}^* et X_{93}^*



$$X_{94}^* = X_{93}^* \cdot X_{92}^* / X_{93}^* + X_{92}^* = 0,02389$$

Groupons X_{91}^* , X_{94}^* et X_{20}^*



$$X_{95}^* = X_{91}^* + X_{94}^* + X_{20}^* = 0,21779 ; X_e^* = X_{95}^* = 0,21779$$

I.3.3.2) Détermination de I''^* et de I''_{k3}

$$I''^* = 1,1 / X_e^* = 5,05 ; I''_{k3} = I''^* \cdot I_{b3} = 28,28$$

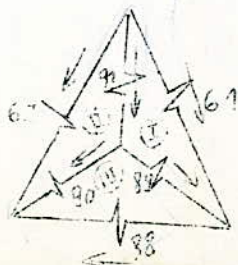
I.3.3.3) Détermination des coefficients de répartition

$$C_{95} = 1 ; C_{91} = C_{94} = C_{20} = 1 ; C_{93} = 0,9223 ; C_{92} = 0,0773$$

$$C_{90} = C_{17} = C_{93} = 0,9223 ; C_{89} = C_{14} = C_{92} = 0,0773$$

* Détermination des coefficients de répartition sur cotés du triangle

(A)



$$\begin{aligned} \text{On a : } -C_{89} &= 0,0773 ; C_{90} = 0,9223 ; C_{91} = 1 \\ -X_{89}^* &= 0,0487 ; X_{90}^* = 0,0449 ; X_{91}^* = 0,0749 \\ -X_{88}^* &= 0,123 ; X_{63}^* = 0,1891 ; X_{61}^* = 0,205 \end{aligned}$$

Appliquons la loi des mailles aux trois mailles du triangle (A)

$$\text{maille I : } C_{91} X_{91}^* + C_{89} X_{89}^* - C_{61} X_{61}^* = 0$$

$$\text{maille II : } C_{91} X_{91}^* + C_{90} X_{90}^* - C_{63} X_{63}^* = 0$$

$$\text{maille III : } C_{89} X_{89}^* - C_{90} X_{90}^* + C_{88} X_{88}^* = 0$$

En remplaçant, nous obtenons :

$$C_{61} = 0,3837 ; C_{63} = 0,615 ; C_{88} = 0,306$$

Déterminons le reste des coefficients:

$$C_{24} = C_{88}/2 = 0,153 ; C_{22} = C_{24} = 0,153 ; C_{62} = 0,5745 ;$$

$$C_{52} = 0,0401 ; C_{59} = C_{60} = C_{62} = 0,5747 ; C_{56} = 0,451$$

$$C_{55} = 0,1232 ; C_{54} = 0,284 ; C_{53} = 0,288 ; C_{58} = 0,2946 ;$$

$$C_{51} = 0,0892 ; C_{49} = C_{48} = C_{47} = C_{56} = 0,451$$

$$C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,1232 ; C_{44} = C_{54}/2 = 0,142 ; C_{43} = C_{44} = 0,142$$

$$C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,288 ; C_{40} = C_3 = C_{52} = 0,0401 ;$$

$$C_{50} = C_1 = C_{58} = 0,2946 ; C_2 = C_{10} = C_{11} = C_{51} = 0,0892 ;$$

$$C_{31} = C_{44} = 0,142 ; C_{29} = C_{43} = 0,142 ; C_{26} = C_{41}/2 = 0,144 ;$$

$$C_{25} = C_{26} = 0,144 ; C_{23} = 0,0166 ; C_{21} = 0,0234 ; C_{13} = C_{16} = C_{24} = 0,1836$$

$$C_{12} = C_{15} = C_{22} = 0,1836 ; C_9 = 0,1432 ; C_8 = 0,1511 ; C_7 = C_{49}/2 = 0,2255$$

$$C_6 = C_7 = 0,2255 ; C_5 = C_{46}/2 = 0,0616 ; C_4 = C_5 = 0,0616$$

I.3.3.4) Vérification :

$$\text{On doit avoir } C_i = 1$$

$$\text{Nous obtenons } C_i = 0,998 \neq 1$$

I.3.3.5) Détermination des I_{cc} dans les branches :

On utilise la relation :

$$I_k = C_k \cdot I'' \cdot I_{bi}$$

$$I_8 = C_8 \cdot I'' \cdot I_{b1} = 0,1511 \cdot 5,05 \cdot 0,385 = 0,293$$

$$I_9 = 0,278 \text{ KA} ; I_{10} = 0,173 \text{ KA} ; I_{12} = 0,356 \text{ KA} ; I_{13} = 0,356 \text{ KA} ;$$

$$I_{14} = 0,15 \text{ KA} ; I_{15} = C_{15} \cdot I'' \cdot I_{b2} = 0,891 \text{ KA} ; I_{16} = 0,891 \text{ KA} ;$$

$$I_{17} = 4,48 \text{ KA} ; I_{20} = I'' = 4,48 \text{ KA} ; I_{21} = 0,113 \text{ KA} ; I_{23} = 0,08 \text{ KA} ;$$

$$I_{25} = 0,699 \text{ KA} ; I_{26} = 0,699 \text{ KA} ; I_{29} = 0,689 \text{ KA} ; I_{31} = 0,689 \text{ KA}$$

I_{cc} dans les branches:

Cas d'exploitation Normale.

LIEUX N° BRANCHE	K ₁	K ₂	K _{3I}	K _{3II}	K _{3III}
8	0,813	0,582	0,207	0,207	0,293
9	0,777	0,551	0,196	0,196	0,278
10	0,48	0,343	0,122	0,122	0,173
12	0,517	0,488	0,328	0,097	0,356
13	0,517	0,488	0,097	0,328	0,356
14	0,528	0,499	0,099	0,099	0,15
15	1,293	1,27	2,264	0,244	0,891
16	1,293	1,27	0,244	2,264	0,891
17	1,319	1,296	0,248	0,248	4,48
18	—	—	17,981	—	—
19	—	—	—	17,981	—
20	—	—	—	—	28,28
21	0,148	0,221	0,067	0,067	0,113
23	0,105	0,156	0,047	0,047	0,08
25	0,913	1,359	0,414	0,414	0,699
26	0,913	1,359	0,414	0,414	0,699
29	0,857	1,342	0,409	0,409	0,689
31	0,857	1,342	0,409	0,409	0,689

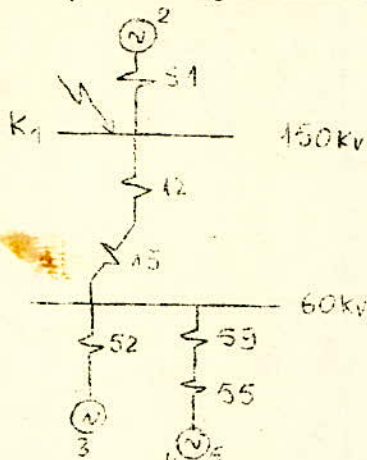
B/ 2^{ème} VARIANTE

Cas où il y a un seul tranfo en service et
Darguinah et Alger-Port déconnectés

I.1) Tranfo I en service :

I.1.1) C^t-C^t sur le jeu de barres de 150 KV .

I.1.1.1) Transfiguration du schéma



$$X_{51}^* = 0,881$$

$$X_{12}^* = 0,2$$

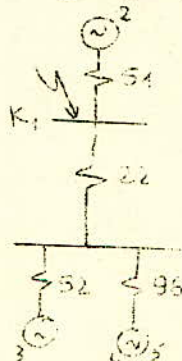
$$X_{15}^* = 0,046$$

$$X_{52}^* = 2,894$$

$$X_{59}^* = 0,045$$

$$X_{55}^* = 0,7336$$

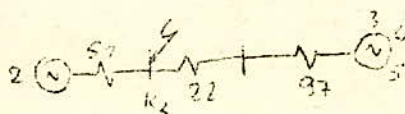
- On groupe X_{12}^* et X_{15}^* ainsi que X_{55}^* et X_{59}^*



$$X_{22}^* = X_{12}^* + X_{15}^* = 0,246$$

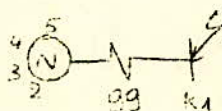
$$X_{96}^* = X_{55}^* + X_{59}^* = 0,7786$$

- On groupe les générateurs 3,4,5



$$X_{97}^* = \frac{X_{96}^* \cdot X_{52}^*}{X_{96}^* + X_{52}^*} = 0,6135$$

- On groupe les générateurs 2,3,4,5



$$X_{99}^* = \frac{X_{98}^* \cdot X_{51}^*}{X_{98}^* + X_{51}^*} = 0,435$$

$$\underline{X_e^* = X_{99}^* = 0,435}$$

I.1.1.2) Calcul de I''^* et de I_{K1}

$$I''^* = \frac{1,1}{X_e^*} = \frac{1,1}{0,435} = 2,5287$$

$$I_{K1} = I''^* \cdot I_{b1} = 0,973 \text{ KA}$$

I.1.1.3) Détermination des coefficients de répartition :

$$C_{99} = 1 ; C_{98} = 0,5061 ; C_{51} = 0,4937 ; C_{97} = 0,5061 ; C_{96} = 0,3987 ;$$

$$C_{52} = 0,1072 ; C_{55} = C_{59} = C_{96} = 0,3987 ; C_{15} = C_{12} = C_{22} = 0,5061 ;$$

$$C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,3987 ; C_{54} = 0,1971 ; C_{53} = 0,1996 ;$$

$$C_{44} = C_{43} = C_{54}/2 = 0,0986 ; C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,1996 ;$$

$$C_3 = C_{40} = C_{52} = 0,1072 ; C_2 = C_{10} = C_{11} = C_{51} = 0,4937 ;$$

$$C_{31} = C_{29} = C_{44} = 0,0986 ; C_{25} = C_{26} = C_{41}/2 = 0,0993 ; C_{23} = 0,0444$$

$$C_{21} = 0,0626 ; C_4 = C_5 = C_{46}/2 = 0,1993$$

I.1.1.4) Vérification

On doit avoir $C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$

$$0,4937 + 0,10728 + 2 \cdot 0,1993 = 0,9997 \neq 1$$

I.1.1.5) Détermination des I_{cc} dans les branches .

Nous utiliserons la relation $I_K = C_K \cdot I''^* \cdot I_{bi}$

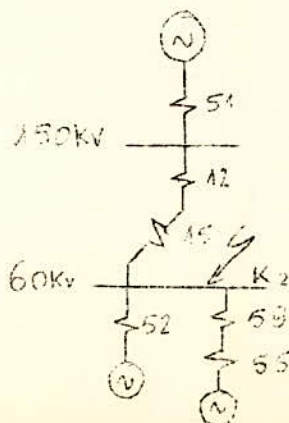
$$I_{10} = 0,48 ; I_{12} = 0,422 \text{ KA} ; I_{15} = 1,231 \text{ KA} ; I_{21} = 0,152 \text{ KA}$$

$$I_{23} = 0,108 \text{ KA} ; I_{25} = 0,241 \text{ KA} ; I_{26} = 0,241 \text{ KA} ; I_{29} = 0,239 \text{ KA}$$

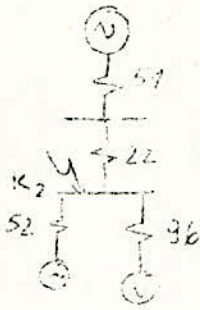
$$I_{31} = 0,239 \text{ KA}$$

I.1.2) $C^t - C^t$ sur le jeu de barres de 60 KV .

I.1.2.1) Transfiguration du schéma :



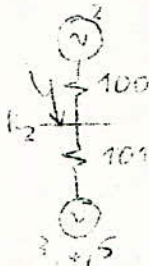
- groupons X_{55}^* et X_{59}^* ainsi que X_{12}^* et X_{15}^*



$$X_{22}^* = X_{15}^* + X_{12}^* = 0,246$$

$$X_{96}^* = X_{55}^* + X_{59}^* = 0,7786$$

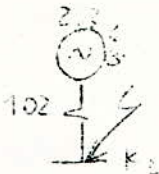
- groupons X et X ainsi que les générateurs 3,4,5



$$X_{101}^* = \frac{X_{96}^* \cdot X_{52}^*}{X_{96}^* + X_{52}^*} = 0,6135$$

$$X_{100}^* = X_{51}^* + X_{37}^* = 1,127$$

- groupons les générateurs 2,3,4,5



$$X_{102}^* = \frac{X_{100}^* \cdot X_{101}^*}{X_{100}^* + X_{101}^*} = 0,3872$$

$$X_e^* = X_{102}^* = 0,3972$$

I.1.2.2) Détermination de I''^* et I_{K2}

$$I''^* = \frac{1,1}{X_e^*} = 0,2,7693$$

$$I_{K2} = I''^* \cdot I_{b2} = 2,664 \text{ KA}$$

I.1.2.3) Détermination des I_{cc} dans les branches :

$$C_{102} = 1 ; C_{100} = 0,3524 ; C_{101} = 0,6474 ; C_{96} = 0,5101 ; C_{52} = 0,1372$$

$$C_{51} = C_{37} = C_{100} = 0,3524 ; C_{59} = C_{55} = C_{96} = 0,5101 ; C_{15} = C_{12} = 0,3524$$

$$C_{54} = 0,2553 ; C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,5101 ; C_{44} = C_{43} = C_{54}/2 = 0,1276 ;$$

$$C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2553 ; C_3 = C_{40} = C_{52} = 0,1372 ;$$

$$C_2 = C_{10} = C_{51} = 0,3524 ; C_{31} = C_{44} = C_{29} = 0,1276 ;$$

$$C_{25} = C_{26} = C_{41}/2 = 0,1276 ; C_{29} = 0,0568 ; C_{21} = 0,0801 ;$$

$$C_4 = C_5 = C_{46}/2 = 0,25505$$

I.1.2.4) Vérification

On doit avoir $C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$

$0,3524 + 0,1372 + 2,0,25505 = 0,9997 \neq 1$

I.1.2.5) Calcul des I_{CC} dans les branches :

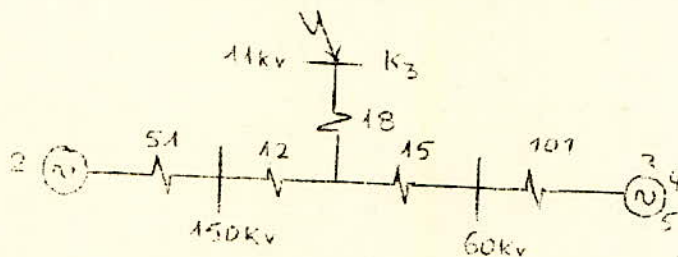
Nous utiliserons toujours la relation $I_K = C_K \cdot I^{**} \cdot I_{bi}$

$I_{10} = 0,037 \text{ KA} ; I_{12} = 0,037 \text{ KA} ; I_{15} = 0,938 \text{ KA} ; I_{21} = 0,213 \text{ KA} ;$

$I_{23} = 0,151 \text{ KA} ; I_{25} = 0,339 \text{ KA} ; I_{26} = I_{25} = 0,339 \text{ KA} ; I_{31} = 0,339 \text{ KA}$

I.1.3) $C^t - C^t$ sur le jeu de barres de 11 KV.

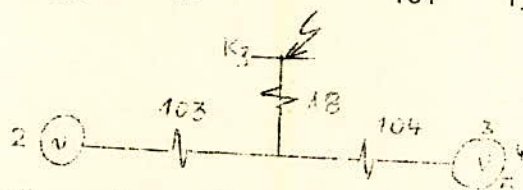
I.1.3.1) Transfiguration du schéma :



$X_{51}^* = 0,881 ; X_{12}^* = 0,2 ; X_{15}^* = 0,046 ; X_{18}^* = 0,202$

$X_{101}^* = 0,6135$

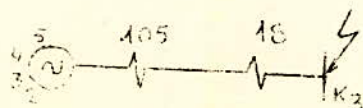
- groupons X_{51}^* et X_{12}^* ainsi que X_{101}^* et X_{15}^*



$X_{103}^* = X_{51}^* + X_{12}^* = 1,081$

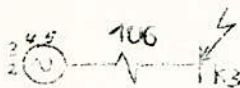
$X_{104}^* = X_{101}^* + X_{15}^* = 0,6595$

- groupons les générateurs 2,3,4,5



$$X_{105}^* = \frac{X_{103}^* \cdot X_{104}^*}{X_{103}^* + X_{104}^*} = 0,4096$$

- groupons X_{105}^* et X_{18}^*



$$X_{106}^* = X_{105}^* + X_{18}^* = 0,6116$$

$$X_e^* = X_{106}^* = 0,6116$$

I.1.3.2) Calcul des I_{cc} dans les branches :

$$I''^* = \frac{1,1}{X_e^*} = 1,7985$$

$$I_{K3} = I''^* I_{b3} = 10,071 \text{ KA}$$

I.1.3.3) Détermination des coefficients de répartition :

$$C_{106} = 1 ; C_{105} = C_{18} = C_{106} = 1 ; C_{104} = 0,6210 ; C_{103} = 0,3789 ;$$

$$C_{101} = C_{15} = C_{104} = 0,621 ; C_{51} = C_{12} = C_{103} = 0,3789 ; C_{96} = 0,4893$$

$$C_{52} = 0,1316 ; C_{55} = C_{59} = C_{96} = 0,4893 ; C_{54} = 0,2419 ;$$

$$C_{53} = 0,2449 ; C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,4893 ; C_{44} = C_{43} = C_{54}/2 = 0,12045$$

$$C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2449 ; C_3 = C_{40} = C_{52} = 0,1316 ;$$

$$C_2 = C_{10} = C_{51} = 0,3789 ; C_{31} = C_{29} = C_{44} = 0,12045 ;$$

$$C_{25} = C_{26} = C_{41}/2 = 0,12245 ; C_{23} = 0,0545 ; C_{21} = 0,0769$$

I.13.4) Vérification :

$$C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$$

$$0,3789 + 0,1316 + 0,24465 + 0,24465 = 0,9998 \neq 1$$

I.1.3.5) Calcul des I_{cc} dans les branches :

En utilisant la même formule que précédemen nous obtenons :

$$I_{10} = 0,262 \text{ KA} ; I_{12} = 0,262 \text{ KA} ; I_{15} = 1,074 \text{ KA} ; I_{18} = 10,071 \text{ KA} ;$$

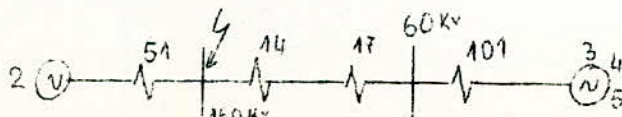
$$I_{21} = 0,133 \text{ KA} ; I_{23} = 0,094 \text{ KA} ; I_{25} = 0,211 \text{ KA} ; I_{26} = 0,211 \text{ KA} ;$$

$$I_{29} = 0,208 \text{ KA} ; I_{31} = 0,208 \text{ KA}$$

I.2) Transfo III en service :

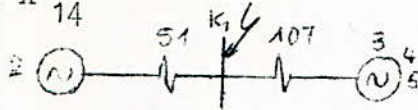
I.2.1) C^t - C^t sur le jeu de barres de 150 KV .

I.2.1.1) Transfiguration du schéma



$$X_{51}^* = 0,881 ; X_{14}^* = 0,26 ; X_{17}^* = 0,019 ; X_{101}^* = 0,6135$$

- grouppons X_{101}^* , X_{17}^* , X_{14}^*



$$X_{107}^* = X_{101}^* + X_{17}^* + X_{14}^*$$

- grouppons les générateurs 2,3,4,5



$$X_{108}^* = \frac{X_{107}^* \cdot X_{51}^*}{X_{107}^* + X_{51}^*} = 0,4337$$

$$X_e^* = X_{108}^* = 0,4337$$

I.2.1.2) Détermination de I^{**} et de I_{K1}

$$\text{Nous avons } I^{**} = \frac{1,1}{X_e^*} = \frac{1,1}{0,4337} = 2,536$$

$$I_{K1} = I^{**} \cdot I_{b1} = 2,536 \cdot 0,385 = \underline{0,907 \text{ KA}}$$

I.2.1.3) D termination des coefficients de r partition :

$$C_{108} = 1 ; C_{107} = 0,5075 ; C_{51} = 0,4922 ; C_{101} = C_{17} = C_{14} = C_{107} = 0,5075$$

$$C_{96} = 0,3998 ; C_{52} = 0,1075 ; C_{59} = C_{55} = C_{96} = 0,3998 ; C_{54} = 0,1977$$

$$C_{53} = 0,2001 ; C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,3998 ; C_{44} = 0,0988 ; C_{43} = 0,0988$$

$$C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2001 ; C_{40} = C_3 = C_{52} = 0,1075 ; C_{31} = C_{32} = C_{44} = 0,0988$$

$$C_{29} = C_{30} = C_{43} = 0,0988 ; C_{26} = C_{41}/2 = 0,1 ; C_{25} = C_{41}/2 = 0,1 ;$$

$$C_{23} = 0,0445 ; C_{21} = 0,0628 ; C_4 = C_{46}/2 = 0,1999 ; C_5 = C_4 = 0,1999$$

$$C_2 = C_{10} = C_{11} = C_{51} = 0,4922$$

I.2.1.4) Vérification

$$\text{On doit avoir } C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$$

$$0,4922 + 0,1075 + 2 \cdot 0,1999 = 0,9995 \neq 1$$

I.2.1.5) Détermination des I_{cc} dans les branches :

$$\text{Nous utiliserons toujours la relation } I_k = C_k \cdot I^{**} \cdot I_{bi}$$

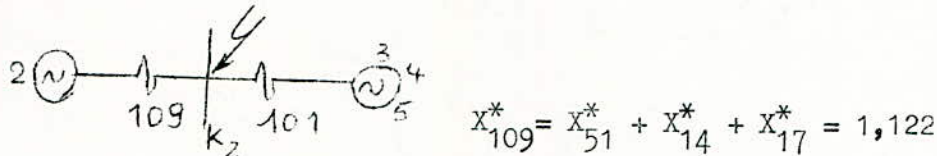
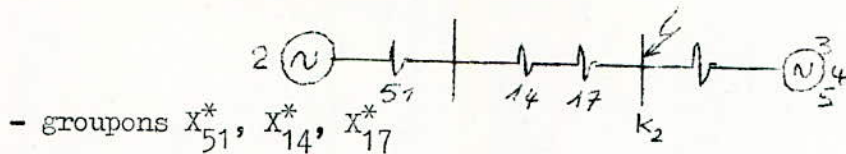
$$I_{10} = 0,480 \text{ KA} ; I_{14} = 0,495 \text{ KA} ; I_{17} = 1,238 \text{ KA} ; I_{21} = 0,153 \text{ kA}$$

$$I_{23} = 0,108 \text{ KA} ; I_{25} = 0,243 \text{ KA} ; I_{26} = I_{25} = 0,243 \text{ KA} ;$$

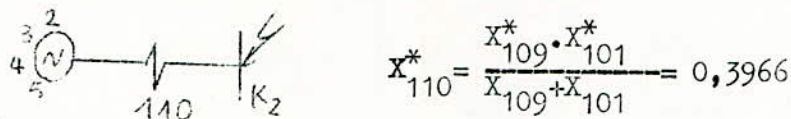
$$I_{29} = 0,241 \text{ KA} ; I_{31} = I_{29} = 0,241 \text{ KA}$$

I.2.2.) $\sigma^t \sigma^t$ sur le jeu de barres de 60 KV

I.2.2.1) Transfiguration du schéma :



- groupes tous les générateurs 2,3,4,5



D'où $X_e^* = X_{110}^* = 0,3966$

I.2.2.) Détermination de I''^* et I_{k2}

$$I''^* = \frac{1,1}{X_e^*} = \frac{1,1}{0,3966} = 2,773$$

$$I_{k2} = I''^* \cdot I_{b2} = 2,773 \cdot 0,962 = \underline{2,667 \text{ KA}}$$

I.2.2.3) Détermination des coefficients de répartition :

$$C_{110} = 1 ; C_{109} = 0,3534 ; C_{101} = 0,6465 ; C_{51} = C_{14} = C_{17} = C_{109} = 0,3534$$

$$C_{96} = 0,5094 ; C_{52} = 0,137 ; C_{59} = C_{55} = C_{96} = 0,5094 ; C_{54} = 0,2519 ;$$

$$C_{53} = 0,2549 ; C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,5094 ; C_{44} = C_{54} / 2 = 0,1259 ;$$

$$C_{43} = C_{54} / 2 = 0,1259 ; C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2549 ; C_{40} = C_3 = C_{52} = 0,137$$

$$C_{31} = C_{32} = C_{44} = 0,1259 ; C_{26} = C_{41} / 2 = 0,1274 ; C_{25} = C_{41} / 2 = 0,1274$$

$$C_{29} = C_{30} = C_{43} = 0,1259 ; C_{23} = 0,0567 ; C_{21} = 0,08 ; C_4 = C_{46} / 2 = 0,2547$$

$$C_5 = C_4 = 0,2547 ; C_{10} = C_{11} = C_2 = C_{51} = 0,3547$$

I.2.2.4) Vérification

Nous devons avoir $C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$

$$0,3534 + 0,137 + 2 \cdot 0,2547 = 0,9998 \neq 1$$

Détermination des I_{cc} dans les branches

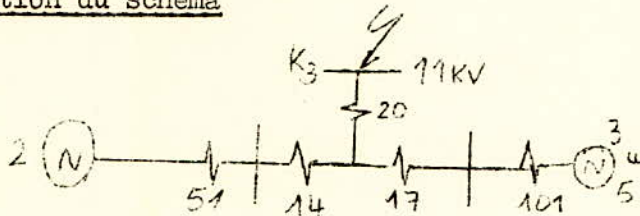
$$I_{10} = 0,377 \text{ KA} ; I_{14} = 0,377 \text{ KA} ; I_{17} = 0,942 \text{ KA} ; I_{21} = 0,213 \text{ KA} ;$$

$$I_{23} = 0,151 \text{ KA} ; I_{25} = 0,339 \text{ KA} ; I_{26} = I_{25} = 0,339 \text{ KA} ; I_{29} = 0,335 \text{ KA} ;$$

$$I_{31} = I_{29} = 0,335 \text{ KA} ;$$

I.2.3) C^t-C^t sur le jeu de barres de 11 KV

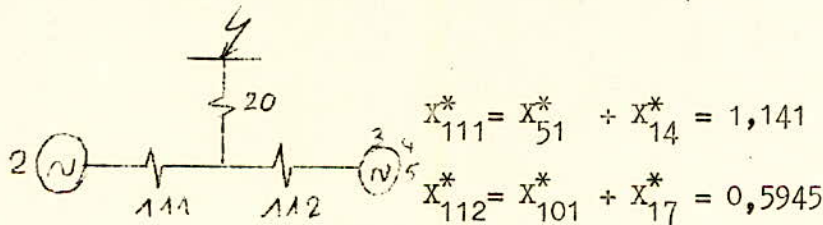
I.2.3.1) Transfiguration du schéma



$$X_{101}^* = 0,6135 ; X_{51}^* = 0,881 ; X_{20}^* = 0,119 ; X_{17}^* = -0,019$$

$$X_{14}^* = 0,26$$

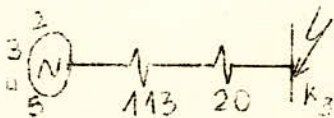
- groupons X_{51}^* et X_{14}^* ainsi que X_{101}^* et X_{17}^*



$$X_{111}^* = X_{51}^* + X_{14}^* = 1,141$$

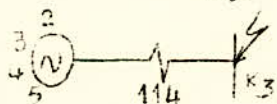
$$X_{112}^* = X_{101}^* + X_{17}^* = 0,5945$$

- groupons les générateurs 2,3,3,5



$$X_{113}^* = \frac{X_{111}^* + X_{112}^*}{X_{111}^* \cdot X_{112}^*} = 0,3908$$

- groupons X_{113}^* et X_{20}^*



$$X_{114}^* = X_{113}^* + X_{20}^* = 0,5098$$

- on a donc

$$X_e^* = X_{114}^* = \underline{0,5098}$$

I.2.3.2) Détermination de I''^* et I_{k3}

$$\text{nous avons } I''^* = \frac{1,1}{X_e^*} = \frac{1,1}{0,5098} = 2,1577$$

$$I_{k3} = I''^* \cdot I_{b3} = \underline{12,083 \text{ KA}}$$

I.2.3.3) Détermination des coefficients de répartition :

$$C_{114} = 1 ; C_{113} = C_{20} = 1 ; C_{112} = 0,6573 ; C_{111} = 0,3424 ;$$

$$C_{101} = C_{17} = C_{112} = 0,6573 ; C_{51} = C_{14} = C_{111} = 0,3424 ; C_{96} = 0,5179 ;$$

$$C_{52} = 0,1393 ; C_{59} = C_{55} = C_{96} = 0,5179 ; C_{54} = 0,2561 ; C_{53} = 0,2592 ;$$

$$C_{46} = C_{45} = C_{55} = 0,5179 ; C_{44} = C_{54}/2 = 0,128 ; C_{43} = C_{54}/2 = 0,128 ;$$

$$C_{41} = C_{42} = C_{53} = 0,2592 ; C_{40} = C_3 = C_{52} = 0,1393 ; C_{31} = C_{32} = C_{44} = 0,128 ;$$

$$C_{29} = C_{30} = C_{43} = 0,128 ; C_{26} = C_{41}/2 = 0,1296 ; C_{25} = C_{41}/2 = 0,1296 ;$$

$$C_{23} = 0,0577 ; C_{21} = 0,0814 ; C_{10} = C_{11} = C_2 = C_{51} = 0,3425 ;$$

$$C_5 = C_{46}/2 = 0,2589 ; C_4 = C_5 = 0,2589 ;$$

I.2.3.4) Vérification

$$C_2 + C_3 + C_4 + C_5 = 1$$

$$0,3425 + 0,1393 + 2 \cdot 0,2589 = 0,9997 \neq 1$$

I.2.3.5) Détermination des I_{cc} dans les branches

$$I_{10} = 0,284 \text{ KA} ; I_{14} = 0,284 \text{ KA} ; I_{17} = 1,364 \text{ KA} ; I_{20} = 12,083 \text{ KA} ;$$

$$I_{21} = 0,168 \text{ KA} ; I_{23} = 0,119 \text{ KA} ; I_{25} = 0,269 \text{ KA} ; I_{26} = I_{25} = 0,269 \text{ KA} ;$$

$$I_{29} = 0,265 \text{ KA} ; I_{30} = I_{29} = 0,265 \text{ KA}$$

Pour ce qui est des $I_{cc \text{ min}}$ nous ne pouvons avoir tous les courants minimum dans les branches ce qui nécessiterait une étude plus détaillée et plus précise que celle-ci car le but du calcul des $I_{cc \text{ min}}$ est la détermination des protections par relais et qui font l'objet d'un projet à part. Par contre les courants de court-circuit maximum vont nous permettre de dimensionner les disjoncteurs et les sectionneurs qui doivent être placés dans le poste .

VARIANTE - II -

N° de Branche	(Transf I) K ₁	(Transf I) K ₂	(Transf I) K ₃	(Transf III) K ₁	(Transf III) K ₂	(Transf III) K ₃
10	0,48	0,037	0,262	0,48	0,377	0,284
12	0,492	0,037	0,262	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	0,495	0,377	0,284
15	1,231	0,938	1,074	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	1,238	0,942	1,364
18	—	—	10,071	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	12,083
21	0,152	0,213	0,133	0,153	0,213	0,168
23	0,108	0,151	0,094	0,108	0,151	0,119
25	0,241	0,339	0,211	0,243	0,339	0,269
26	0,241	0,339	0,211	0,243	0,339	0,269
29	0,239	0,339	0,208	0,241	0,335	0,265
31	0,239	0,339	0,208	0,241	0,335	0,265

TABLEAU DONNANT LES $I_{cc \max}$
 ET LES $I_{cc \min}$ DANS LES BRANCHES

N° de branche	$I_{cc \max}$	$I_{cc \min}$
8	0,813	/
9	0,77	/
10	0,48	0,037
12	0,517	0,037
13	0,517	0,037
14	0,528	0,284
15	2,264	0,938
16	2,264	0,938
17	1,319	/
18	17,981	/
19	17,981	/
20	28,28	/
21	0,221	0,067
23	0,151	0,047
25	1,359	/
26	1,359	/
29	1,342	/
31	1,342	/

- CHAPITRE II -

Dimensionnement des jeux de barres

I) Introduction.

Le dimensionnement des jeux de barres consiste en la détermination de la section des barres en fonction du courant admissible qui y circule. La circulation du courant le long des barres collectrices dépend de l'ordre de placement des diverses cellules .

Pour établir normalement la circulation courant le long des barres collectrices on doit prévoir des régimes suivants:

- _le régime normal de fonctionnement .
- Les régimes d'avarie (générateurs, transformateurs déconnectés)
- Le régime particulier pour trouver la solution évitant le sacrifice des divers consommateurs dans le cas des limitations d'énergie

Les circuits doivent être placés correctement afin d'obtenir une charge uniformément réparties le long des barres collectrices.

A chaque cas de placement correspond un maximum de courant pour un tronçon . Parmi tous les max on prend le minimum pour dimensionner les barres . Des tableaux donnent la section des barres en fonction des courants admissibles avec une température inférieure à 70° C

Les valeurs des sections sont indiquées pour une température du milieu ambiant égale à 30°C . Dans notre cas le poste se situe aux environs d'Alger nous n'aurons pas à corriger ces sections.

D'autre part la section trouvée doit vérifier les conditions des efforts électrodynamiques et thermiques.

			I_{adm} en A
Largeur mm	Epaisseur mm	Section mm^2	1 barre Elementaire Cu
15	3	45	210
20		60	275
25		75	340
30		90	405
30	4	120	475
40		160	625
40	5	200	700
50		250	860
60		300	1025
50	6	300	955
60		360	1125
80		480	1480
100		600	1810
60	8	480	1320
80		640	1690
100		800	2080
120		960	2400
60	10	600	1475
80		800	1900
100		1000	2310
120		1200	2650

Répartition de la charge sur le jeu de barres de 150 KV.

Nous avons recueilli chez SONEGGAZ les données suivantes :

-Darginah I: $S_{\max} = 120 \text{ MVA}$ ——— $I_1 = 461 \text{ A.}$

-Darguinah II: " " $I_2 = 461 \text{ A.}$

-Relizane : $S_{\max} = 80 \text{ MVA}$ ——— $I_3 = 308 \text{ A.}$

Quant aux 3 transformateurs leurs courants nominaux sont:

$$I_{\text{tr}_1} = I_{\text{tr}_2} = I_{\text{tr}_3} = 200 \text{ A.}$$

Nous aurons à considérer 2 cas :

Cas I) :

-Darguinah I et Darguinah II sont des arrivées .

-Les 3 trasfos et Relizane sont des départs .

On fixe : $-I_{\text{tr}_1} = I_{\text{tr}_2} = I_{\text{tr}_3} = 200 \text{ A.}$

$$-I_1 = I_2 = 454 \text{ A.}$$

$$-I_3 = 308 \text{ A.}$$

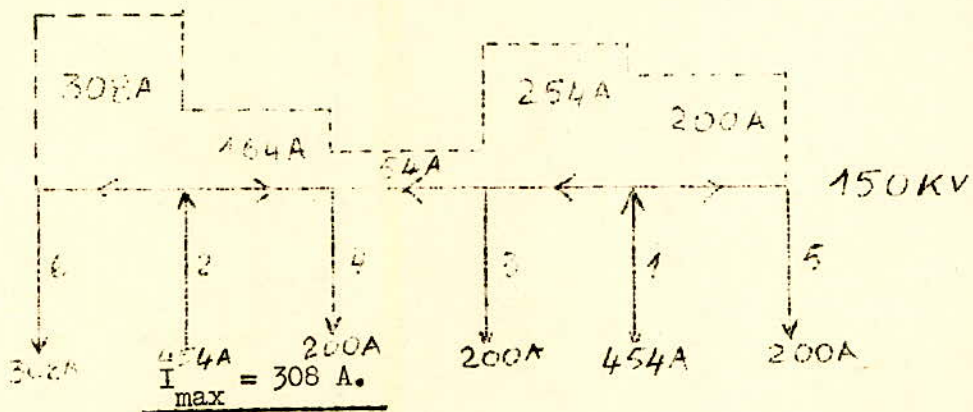
a) Considérons cette disposition:



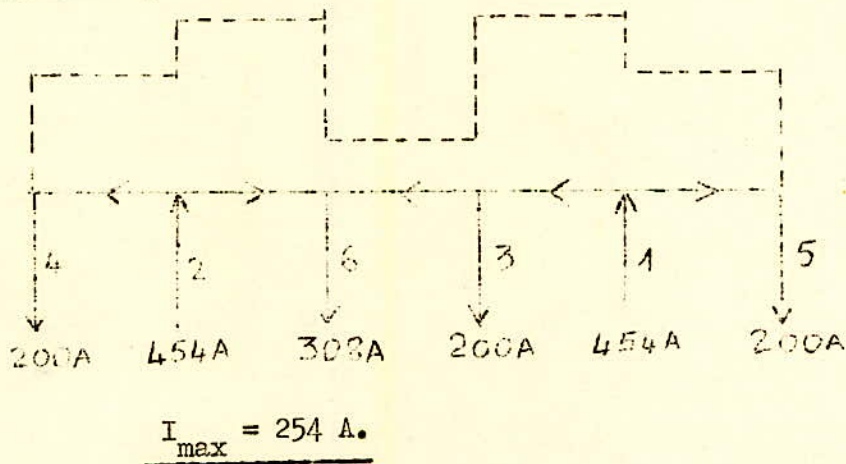
$$\underline{I_{\max} = 908 \text{ A.}}$$

b) Permutons 1 et 5

Nous obtenons la répartition suivante :



c) Permutons 4 et 6:



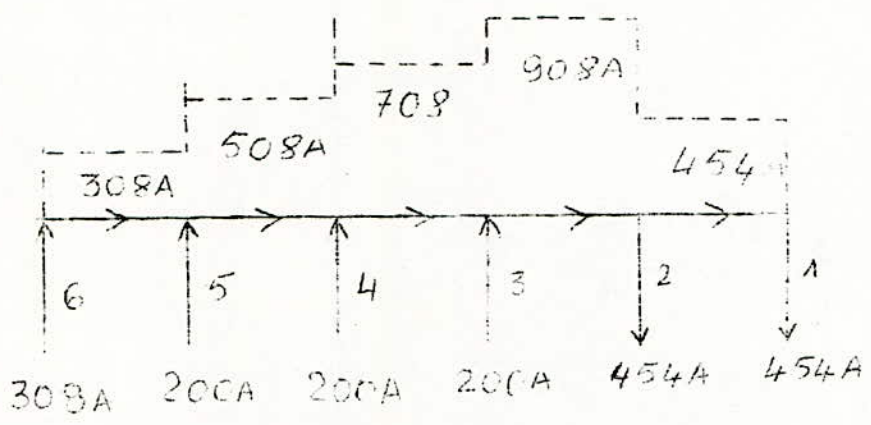
Cas II):

-Départs: Darguinah I et Darguinah II avec $I_1 = I_2 = 454 \text{ A.}$

-Arrivées: *les 3 transfos ayant $I_3 = I_4 = I_5 = 200 \text{ A.}$

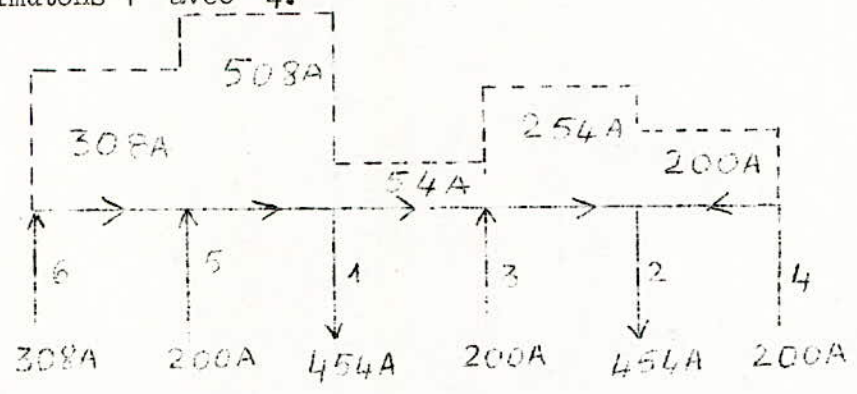
* Helizane avec un courant $I_6 = 308 \text{ A.}$

a) Considérons cette disposition:



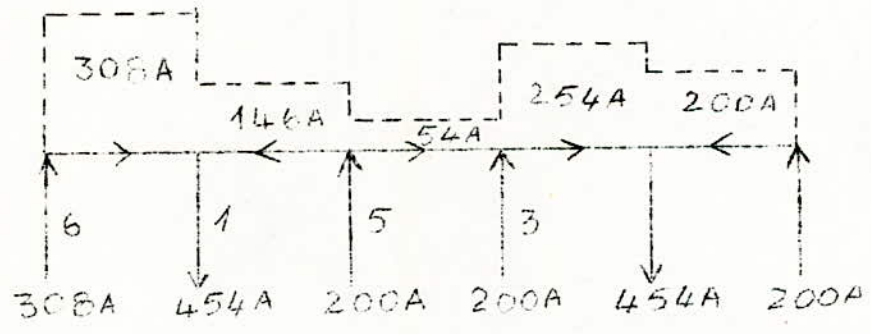
$I_{max} = 908 \text{ A.}$

b) Permutons 1 avec 4:



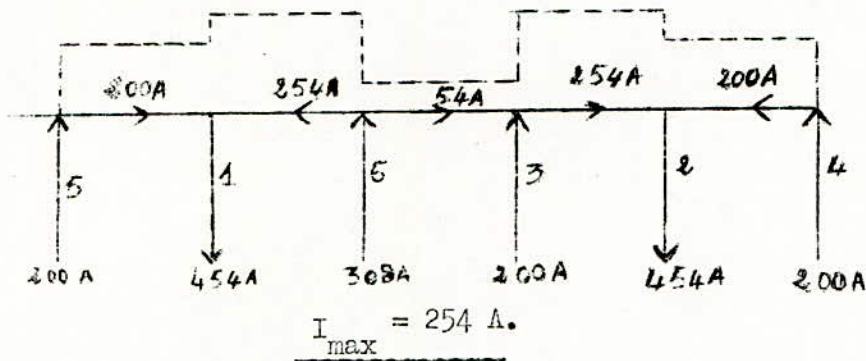
$I_{max} = 508 \text{ A.}$

c) Permutons 1 avec 5 :



$I_{max} = 308 \text{ A.}$

d) Permutons 5 et 6:



* Des cas I et II on déduit que les situations les plus intéressantes pour le jeu de barres de 150 KV sont celles qui donnent :

$$I_{\max} = 254 \text{ A.}$$

Le courant minimum pour lequel nous devons dimensionner le jeu de barres doit être au moins égal à 461 A qui est le courant max qui transite sur la ligne Darguinah-Hamma.

En se référant au tableau donné par Siemens (Matériel HT pour postes) où l'on a la section des jeux de barres cylindriques en cuivre en fonction de I_{\max} :

D mm	s	Section mm ²	I_{\max} A	W cm ³	J cm ⁴
20	3	160,2	500	0,597	0,597
30	3	254,5	750	1,560	2,350
50	3	578,1	1400	6,160	15,400
60	3	703,7	1600	9,2400	27,700

Le courant qui se rapproche de notre courant max est $I_{max_n} = 500$ A et la section qui en découle est $S = 160 \text{ mm}^2$

Il nous reste à vérifier cette section aux effets thermiques et aux efforts électrodynamiques ce qui fera l'objet du chapitre suivant;

Répartition de la charge sur le jeu de barre de 60 KV.

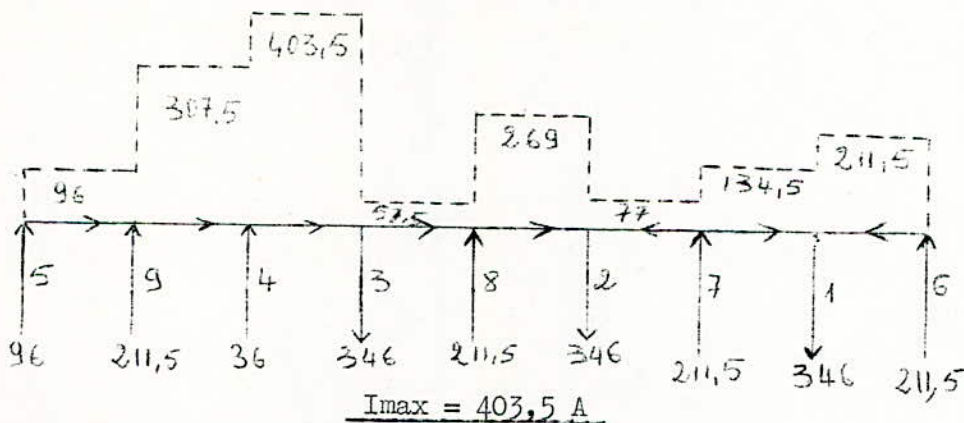
Nous avons recueilli chez Sonelgaz les charges max des différentes barres de dérivation :

- pour les trois transformateurs $I_1 = I_2 = I_3 = 346$ A
- pour les dérivations de Kab lie $I_4 = I_5 = 96$ A
- pour les dérivations d'Alger-Hamma $I_6 = I_7 = I_8 = I_9 = 211,5$ A

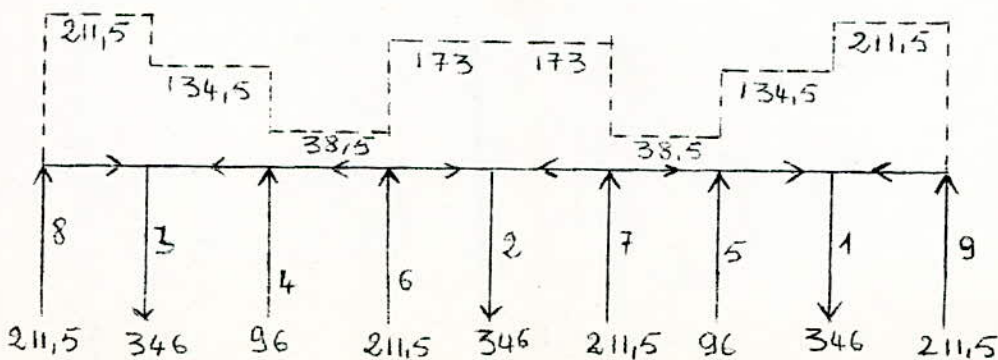
Nous allons considérer la situation suivante :

- les transfo fonctionnent avec leur courant nominal $I_1 = I_2 = I_3 = 346$ A
- les dérivations d'Alger-Hamma auront un courant $I = 211,5$ A chaque .
- les transfo seront considérés comme des arrivés alors que les autres dérivations seront des départs .

a) Considérons la disposition suivante ::



b) Considérons la deuxième disposition :



Cette deuxième configuration nous donne $I_{max} = 211,5 \text{ A}$

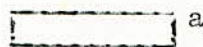
Il nous reste plusieurs configurations qui donneront un courant supérieur à $211,5 \text{ A}$ qui ne seront pas intéressantes.

La disposition la plus intéressante pour le jeu de barre de 60 KV sera celle qui donne $I_{max} = 211,5 \text{ A}$. Comme nous avons des dérivations qui ont un courant max supérieur à ce dernier et qui est égal à 480 A nous dimensionnerons le jeu de barre à partir de ce courant.

Le courant normalisé qui se rapproche à ce dernier est : $I = 475 \text{ A}$

La section normalisée correspondante est $S = 120 \text{ mm}^2$

Les dimensions de la barre seront $a = 4 \text{ mm}$, $b = 30 \text{ mm}$



Cette section doit vérifier les conditions des effets thermiques et des efforts électrodynamiques, ce sera l'objet du chapitre suivant.

Répartition de la charge sur le jeu de barre de 11 KV

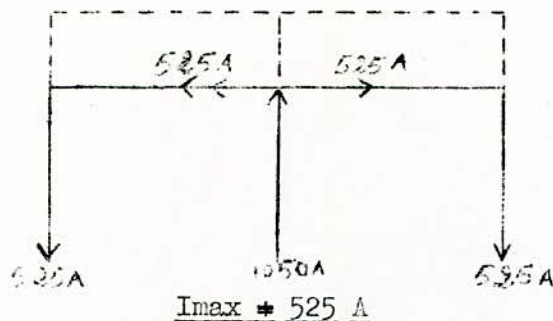
Aux barres collectrices de 11 KV sont raccordées trois arrivées de transformateurs et deux départs pour les services proches du poste.

Il n'y a qu'un seul transformateur qui débite sur ce jeu de barres son courant étant égal à $I_1 = 1050 \text{ A}$

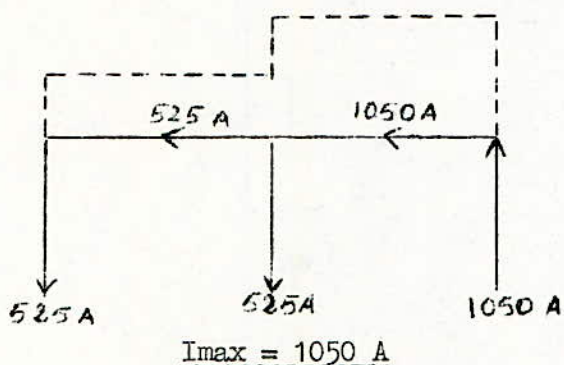
Les départs ont des courants égaux à $I_2 = I_3 = 525 \text{ A}$

Nous aurons à considérer deux configurations:

a) SOIT la configuration suivante



b) Permutons une arrivée avec un départ:



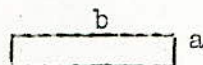
La disposition des dérivations qui donne $I_{max} = 525 \text{ A}$ est la plus intéressante pour le jeu de barre de 11 KV ; mais pour le dimensionnement nous prendrons le courant de l'arrivée qui est $I = 1050 \text{ A}$.

Le courant normalisé qui se rapproche de ce dernier est $I_{adm} = 1125 \text{ A}$.

La section correspondante est:

$$S = 360 \text{ mm}^2$$

$$a = 6 \text{ mm et } b = 60 \text{ mm}$$



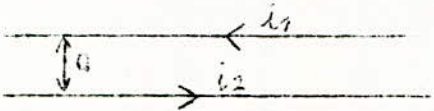
DE même que pour les autres jeux de barres nous aurons à vérifier cette section aux effets thermiques et aux efforts électrodynamiques .

--- CHAPITRE III ---

EFFORTS ELECTRODYNAMIQUES

Calcul de la force de choc F_{2choc}

Soient deux barres parralleles traversées par les courants i_1 et i_2 .



La force électrique par unité de longueur s'exerçantsur les barres est donnée par: $f = \frac{\mu_0}{2 a \pi} i_1 \cdot i_2$; μ_0 = perméabilité de l'air.

Pour les circuits triphasés dont les barres sont parralleles et dans le même plan, les forces qui s'exercent sur les barres sont:

$$f_1 = f_3 = \frac{\mu_0}{2 \pi a} \cdot i_1 \cdot i_2 + \frac{\mu_0}{2 \pi 2a} \cdot i_1 \cdot i_3$$

$$f_2 = - \left(\frac{\mu_0}{2 \pi a} \cdot i_2 \cdot i_3 - \frac{\mu_0}{2 \pi a} i_1 \cdot i_2 \right)$$

Equation de courants:

$$i_1 = I_m \sin(\omega t + \alpha - \varphi); \quad i_2 = I_m \sin(\omega t + \alpha - \varphi - 2\frac{\pi}{3} - \rho)$$

$$i_3 = I_m \sin(\omega t + \alpha - \varphi - 4\pi/3)$$

Considérons le cas particulier : $\alpha - \varphi = 0$ d'où:

$$i_1 = I_m \sin(\omega t);$$

$$i_2 = I_m \sin(\omega t - 2\pi/3);$$

$$i_3 = I_m \sin(\omega t - 4\pi/3);$$

En considérant les cas où l'on remplace les courants dans les expressions des forces nous obtiendrons:

$$f_1 = f_3 = \frac{\mu_0}{2 \pi a} \cdot I_m^2 \sin^2 \omega t \left[\sin(\omega t - 2\pi/3) + (1/2) \sin(\omega t - 4\pi/3) \right]$$

$$f_2 = - \frac{\mu_0}{2 \pi a} I_m^2 \sin(\omega t - 2\pi/3) \left[\sin(\omega t - 4\pi/3) - \sin \omega t \right]$$

Les valeurs extrêmes de ces forces sont obtenues en annulant les dérivées premières:

$$f_1 = f_3 = 0,8 \frac{\mu_0}{2 \pi a} I_m^2 \quad \text{et} \quad f_2 = 0,87 \frac{\mu_0}{2 \pi a} I_m^2$$

La plus grande force (f_2) est appliquée sur la barre du milieu, nous proposons de la calculer pour obtenir la sollicitation maximum.

Les courants circulant dans les barres s'écrivent:

$$i_1 = I_{pm} \left[\sin(\omega t + \psi) - e^{-t/Ta} \sin \psi \right] \quad \text{avec} \quad I_{pm} = \sqrt{2} \cdot I''$$

$$i_2 = I_{pm} \left[\sin(\omega t + \psi - 2\pi/3) - e^{-t/Ta} \sin(\psi - 2\pi/3) \right]$$

$$i_3 = I_{pm} \left[\sin(\omega t + \psi - 4\pi/3) - e^{-t/Ta} \sin(\psi - 2\pi/3) \right]$$

f_2 s'écrit:

$$f_2 = - \frac{N_0}{2\pi a} 2I''^2 \left[\sin(\omega t + \psi - 2\pi/3) - e^{-t/T_a} \sin(\psi - 2\pi/3) \right] \\ \left\{ \sin(\omega t + \psi - 4\pi/3) - \sin(\omega t + \psi) - e^{-t/T_a} [\sin(\psi - 4\pi/3) - \sin\psi] \right\}$$

Après simplification nous obtenons :

$$f_2 = \frac{N_0}{2\pi a} 2I''^2 \left[\sin(2\omega t + 2\psi - \frac{\pi}{3}) - 2e^{-t/T_a} \sin(\omega t + 2\psi - \frac{\pi}{3}) + e^{-t/T_a/2} \sin(2\psi - \frac{\pi}{3}) \right]$$

f_2 a trois composantes dont deux périodiques et l'autre apériodique .

Cette force sera max pour $t = 0,01$ sec. et $\psi = /12$ D'où

$$\alpha = 5\pi/12 \quad (\psi = \alpha - \varphi_k)$$

α étant la phase initiale de la tention.

$\varphi_k = \frac{\pi}{2}$ = déphasage entre tention et courant (résistance nulle)

$\psi = \alpha - \varphi_k$ posé par définition.

On tire f_{2max} ($t = 0,01$ sec, $\psi = - \frac{\pi}{12}$) = f_{2choc}

$$f_{2choc} = \frac{N_0}{2\pi a} 2 I''^2 \sqrt{3}/2 \left[\sin 3\pi/2 - 2e^{-\frac{0,01}{T_a}} \sin \pi/2 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} \sin(-\pi/2) \right]$$

$$f_{2choc} = \frac{N_0}{2\pi a} 2I''^2 \sqrt{3}/2 (-1 - 2e^{-\frac{0,01}{T_a}} - e^{-\frac{0,01}{T_a}})$$

$$f_{2choc} = -0,87 \frac{N_0}{2\pi a} 2I''^2 (1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}})^2$$

$$f_{2choc} = -0,87 \frac{N_0}{\pi a} K_{choc}^2 2 I''^2$$

Avec $K_{choc} = 1 + \exp(-\frac{0,01}{T_a})$

K_{choc} étant compris entre 1 et 2 on le prend généralement égal à 1,8

Efforts Statiques

Calcul du moment de courbure maximum.

$$M_{cx} = f \cdot \frac{1}{2} \cdot x - f \cdot \frac{x^2}{2}$$

$$x = \frac{1}{2} \quad \text{d'où :}$$

$$M_{c \max} = f \cdot \frac{1^2}{8} \quad \text{pour double appui}$$

Dans le cas d'un double encastrement on aura : $M_{c \max} = f \cdot \frac{1^2}{12}$



Dans ce cas-ci on n'a ni double appui ni double encastrement d'où on prendra un moment de courbure moyen :

$$M_{cmax} = f.l / 10$$

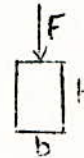
La sollicitation maximum est déduite à partir de la formule suivante:

$$\sigma_{max\ stat} = M_{cmax} / W$$

W étant le module de résistance de la section de la barre.

Pour une barre rectangulaire on aura: $W = b.h^2/2$

σ_{max} doit vérifier les inégalités: $\sigma_{max} < \sigma_{adm} < \sigma_{rupture}$



Pour que la barre résiste on doit avoir la condition suivante qui doit être vérifiée: $\sigma_{stat\ max} < \sigma_c$

σ_c = sollicitation à la contrainte élastique du matériel:

Pour le cuivre $\sigma_c = 2400 \text{ kgf/cm}^2$

Pour l'aluminium $\sigma_c = 700 \text{ kgf/cm}^2$

Efforts dynamiques

On a vu que f_{2choc} at trois composantes dont:

- 2 composantes périodiques :
 - fréquence f , amortie avec T_a .
 - fréquence $2f$, non amortie.
- 1 composante apériodique ($f = 0$), amortie avec $T_a / 2$.

Pour éliminer la résonance il faut que la fréquence propre f_c de la barre soit différente de $2f$ et f . Afin de remédier, à cela on modifie les dimensions de la barre et on ajoute des poids supplémentaires intermédiaires.

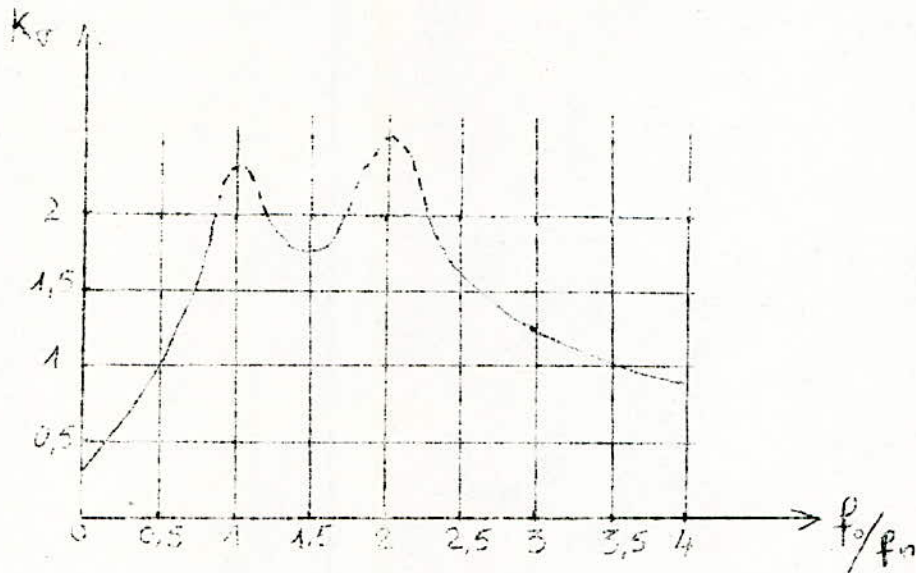
La sollicitation maximum: dynamique est donnée par :

$$\sigma_{max\ dyn} = K_r \cdot \sigma_{max\ stat}.$$

AVEC $K_r = \varphi(f_o/f_n)$;

f_o = fréquence propre de la barre.

f_n = fréquence nominale du réseau.



On a une bonne sollicitation dynamique dans les cas où:
 $f_o/f_n = 0$ à $0,5$ et $f_o/f_n = 3,4$ à 4 .

Calcul de f_o de la barre

La fréquence propre de la barre est donnée par suivante:

$$f_o = C_1 \cdot C_2 \frac{3}{4l^2} \sqrt{\frac{E \cdot J}{\rho \cdot q}}$$

$C_1 = 1$ pour une barre simple.

l = longueur de la barre entre 2 isolateurs.

E = module d'élasticité.

J = moment d'inertie de la barre.

ρ = densité volumique.

q = section de la barre.

Le coefficient C_2 tient compte des barres de dérivation rigides ou élastiques. Dans ce cas:

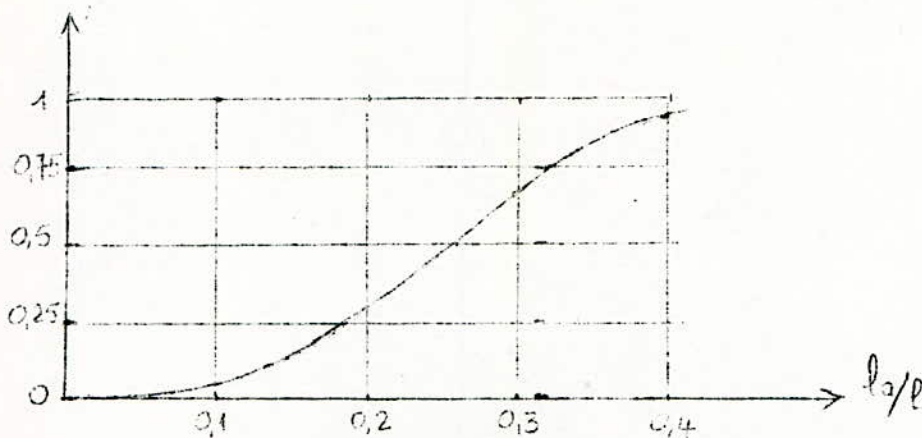
$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{16} \frac{J_e}{J} \left(\frac{l_e}{l}\right)^3 u_e}{1 + \left(\frac{q_e}{q}\right) \left(\frac{l_e}{l}\right) u_e}}$$

J_e = moment d'inertie de la barre de dérivation.

l_e = longueur de la barre élastique.

q_e = section " " "

u_e = facteur de non symétrie donné par la courbe $u = f(l_e/l)$



APPLICATION

Calcul de f_{2choc} pour les différents cas de court-circuit.

La formule utilisée sera :

$$f_{2choc} = \frac{(1,8)^2 \cdot 0,87}{2\pi a} (\sqrt{2}I'')^2$$

avec $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ et $a =$ distance entre deux barres consécutives

* $C^t - C^t$ sur le jeu de barre de 150 KV :

Le courant surtransitoire trouvé est $I'' = 3,632$ KA

$$a = 1,87 \text{ m}$$

$$\underline{f_{2choc} = 6,91 \text{ N/m}}$$

* $C^t - C^t$ sur le jeu de barres de 60 KV :

Le courant surtransitoire trouvé est $I'' = 9,298$ KA

$$a = 0,78 \text{ m}$$

$$\underline{f_{2choc} = 108 \text{ N/m}}$$

* $C^t - C^t$ sur le jeu de barre de 11 KV :

Le courant surtransitoire trouvé est $I'' = 28,28$ KA

$$a = 0,25 \text{ m}$$

$$\underline{f_{2choc} = 3138 \text{ N/m}}$$

Efforts statiques :

Le moment statique est déterminé par la formule suivante :

$$M_{c \text{ stat}} = f \cdot l^2 / 10$$

47

Pour 150 kV en a I = 2,50 m ; f = S = 8,9 IO³ . 160 IO⁻⁶ = 1,424 kg/m

$$\text{d'ou } M_{c \text{ stat}} = \underline{890 \text{ kg.m}}$$

Module de résistance de la barre :

Nous avons trouvé une section de 160 mm² dont $W = \underline{0,597 \text{ cm}^3}$

Sollicitation max :

$$M_{c \text{ stat}} / W = 1490 \text{ kgf/cm}^2$$

Vérification de la condition : $\sigma_{\text{stat max}} < \sigma_c$

$$\sigma_c = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ pour Cu}$$

La condition est vérifiée d'ou $S = \underline{160 \text{ mm}^2}$

Efforts dynamiques

I) Section des barres de dérivation :

Nous prenons des barres cylindriques .

* Barres reliées au jeu de 150 kV :

- Darguinah I : I = 46I A -----> S = 160 mm²

- Darguinah II: I = 46I A -----> S = 160 mm²

- Relizane : I = 308 A -----> S = 160 mm²

- Transformateurs I, II, III : leurs courants sont égaux à I = 200 A
----- S = 113 mm²

2) - Calcul des fréquences propres.

Nous utiliserons la formule suivante :

$$f_0 = C_1 C_2 \frac{3}{4.l} \sqrt{\frac{E J}{\rho}}$$

$C_1 = 1$ pour une barre simple

$E_{\text{Cu}} = 13000 \text{ kgf/mm}^2$

$\rho = 8,9 \text{ IO}^3 \text{ kgf/m}^3$

C_2 tient compte de la nature des barres de dérivation :

Celles-ci sont rigides dans les cas suivants :

a) Si on a les deux conditions suivantes :

$$l_d \leq 0,6 l_p \quad \text{et} \quad J_d = J_p$$

- J_d = moment d'inertie de la barre de dérivation

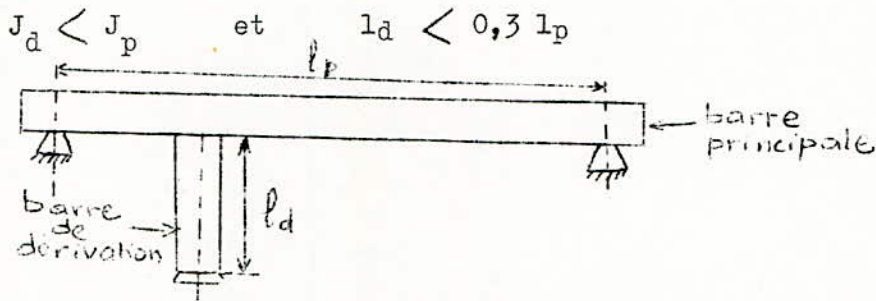
- J_p = moment d'inertie de la barre principale

b) Si on a

$$J_d < J_p \quad \text{et} \quad l_d \leq 0,3 l_p$$

- avec :
- l_d = longueur de la barre de dérivation
 - l_p = distance entre deux isolateurs consécutifs
 - J_d = moment d'inertie de la barre de dérivation
 - J_p = moment d'inertie de la barre principale

b) SI on a :



c) Dans tous les autres cas on utilise des barres de dérivation élastiques
 Dans notre cas nous aurons des barres de dérivation élastiques vu que

$$l_d = 3 \text{ m} \quad l_p = 2,5 \text{ m}$$

Pour toutes les barres de dérivation le coefficient C_2 est déterminé par la relation :

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{16} - \frac{J_e}{J} (1/l_e)^3 \cdot u_e}{1 + \left(\frac{q_e}{q}\right) (l_e/l) u_e}}$$

Pour le jeu de barres de 150 KV toutes les barres de dérivation ont les mêmes caractéristiques nous n'aurons donc qu'une seule fréquence propre à calculer .

Nous avons : $-J = J_e = 0,597 \text{ cm}^3$

- q_e et q sont les sections des barres de dérivation et

des barres principales : $q_e = q = 160 \text{ mm}^2$

- $l_e = 3 \text{ m}$ ceci pour toutes les barres de dérivation

- $l = 2,5 \text{ m}$

- u_e facteur de non symétrie est donné par la courbe

$$u = f(l_a/l)$$

- l_a : distance entre l'isolateur le plus proche et la barre

de dérivation $l_a = 0,625 \text{ m}$

$$l_a/l = 0,25 \longrightarrow u_e = 0,4$$

C_2 pour toutes les barres de dérivation qui arrivent sur le jeu de barre de 150 KV sera égal à :

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + (1/16) \cdot 1 \cdot (2,5/3)^3 \cdot 0,4}{1 + 1 \cdot (3/2,5) \cdot 0,4}}$$

$$\underline{C_2 = 0,978}$$

Fréquence propre f_0 :

$$f_0 = \frac{1 \cdot 3 \cdot 0,978}{4 \cdot (2,5)^2 \cdot \sqrt{\frac{13000 \cdot 10^9 \cdot 0,97 \cdot 10^{-12}}{8,9 \cdot 10^3 \cdot 160 \cdot 10^{-6}}}}$$

$$\underline{\underline{f_0 = 0,05 \text{ Hz}}}$$

Vérification de la condition :

$$\sigma_{\text{dyn max.}} < \sigma_{\text{stat max.}}$$

la sollicitation maximum dynamique est donnée par :

$$\sigma_{\text{dyn max.}} = K_{\sigma} \sigma_{\text{stat max.}}$$

K_{σ} est obtenu à partir de la courbe $K_{\sigma} = g (f_0/f_n)$

$f_0/f_n = 10^{-3}$ ---- § nous trouvons K_{σ} très faible

La condition est vérifiée

Application au jeu de barre de 60 KV :

a) Calcul du moment statique

$$f_2 \text{ choc} = 33 \text{ N / m} \quad \text{et } l = 4 \text{ m} ; \quad f = 0,801 \text{ Kg/m}$$

$$M_{\text{c stat}} = f \cdot \frac{l^2}{10} = 1,28 \text{ Kg.m} =$$

$$\underline{\underline{M_{\text{c stat}} = 128 \text{ Kgf.cm}}}$$

b) Module de résistance :

nous avons trouvé la section du jeu de barres de 60 KV

$$S = 90 \text{ mm}^2 ; \quad a = 3 \text{ mm} ; \quad b = 30 \text{ mm}$$

Le module de résistance est donné par :

$$W = \frac{a^2}{6} \cdot b$$

d'où $W = 45 \text{ mm}^3$

Calculons la sollicitation max :

$$\sigma_{\text{stat max}} = M_{\text{c stat}} / W = \underline{2844 \text{ Kg/cm}^2}$$

Vérification de la condition :

$$\sigma_{\text{stat max}} < \sigma_{\text{c}}$$

avec $\sigma_{\text{c}} = 2400 \text{ Kg/cm}^2$

cette condition n'étant pas vérifiée, nous devons donc augmenter la section; prenons une section $S' = 200 \text{ mm}^2$; $a = 5 \text{ mm}$; $b = 40 \text{ mm}$

Calculons son module de résistance W' .

$$W' = b \cdot \frac{a^2}{6} = 40 \cdot \frac{(5)^2}{6} = 166,6 \text{ mm}^3$$

Calculons la sollicitation max statique .

$$\sigma_{\text{c stat max}} = f \frac{l^2}{10} = 1,78 \cdot \frac{4^2}{10} = 2,848 \text{ Kgf.m} = \underline{284,8 \text{ Kgf.cm}}$$

$$\sigma_{\text{stat max}} = 284,8 / 0,1666 = 1710 \text{ Kg/cm}^2$$

la condition est vérifiée ; donc la nouvelle section pour les jeux de barres de 60 KV sera :

$$\underline{\underline{S = 200 \text{ mm}^2}}$$

Efforts électrodynamiques :

Calculons d'abord les section des barres de dérivation :

* Transformateurs reliant les jeux de barres de 150 KV et 60 KV :

$I_{\text{max}} = 346 \text{ A}$; en se référant au tableau donnant les sections ,

$$q_{e1} = q_{e2} = q_{e3} = 90 \text{ mm}^2 \text{ avec } a = 3 \text{ mm} , b = 30 \text{ mm}$$

* Lignes venant de Kabylie :

$I_4 = I_5 = 96 \text{ A}$; en se référant au tableau donnant les sections ,

$$q_4 = q_5 = 45 \text{ mm}^2 ; \text{ avec } a = 3 \text{ mm et } b = 15 \text{ mm}$$

* Lignes venant d'Alger - Hamma :

$$I_6 = I_7 = I_8 = I_9 = 480 \text{ A}$$

en se référant au tableau donnant les sections on aboutit à :

$$q_{e6} = q_{e7} = q_{e8} = q_{e9} = 120 \text{ mm}^2 ; a = 4 \text{ mm} , b = 30 \text{ mm}$$

Calcul des fréquences propres

Nous utiliserons toujours la formule qui donne f_0 :

$$f_0 = C_1 C_2 \frac{3}{4 \cdot l^2} \sqrt{\frac{E J}{q \rho}}$$

$$C_1 = 1$$

$$E = 13000 \text{ Kgf/mm}^2$$

$$\rho = 8,9 \cdot 10^3 \text{ Kgf/m}^3 \text{ pour le cuivre}$$

Le coefficient C_2 est déterminé par la relation suivante :

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{16} \cdot \frac{J_e}{J} (1/l_e)^3 \cdot u_e}{1 + \frac{q_e}{q} \cdot \frac{l_e}{l} \cdot u_e}}$$

Paramètre de la barre principale de 60 KV :

- Longueur approximative entre deux isolateurs : $l = 4 \text{ m}$

- Section : $q = a \cdot b = 5 \cdot 40 = 200 \text{ mm}^2$

- Moment d'inertie $J = b \frac{a^3}{12} = 416,6 \text{ mm}^4$

*Transformateurs reliant les jeux de barres de 150 et 60 KV

- Calcul de C_2 :

$$q_e = 90 \text{ mm}^2 \longrightarrow J_e = b \cdot \frac{a^3}{12} = 67,5 \text{ mm}^4$$

$l = 4 \text{ m}$ longueur de la barre principale entre deux isolateurs

consécutifs .

$l_e = 3 \text{ m}$ longueur de la barre de dérivation .

$l_a = 1 \text{ m}$ distance entre un isolateur et la barre de dérivation

u_e : facteur de non symétrie donné par la courbe $u_e = f\left(\frac{l_a}{l}\right)$

$$l_a/l = 0,25 \longrightarrow u_e = 0,4$$

En remplaçant dans l'expression qui donne C_2 nous obtenons :

$$\underline{\underline{C_2 = 0,96}}$$

- Calcul de f_0 :

$$f_0 = 1 \cdot 0,96 \cdot \frac{3}{4 \cdot 4^2} \sqrt{\frac{300 \cdot 8,9 \cdot 10^3}{13000 \cdot 625}}$$

$$\underline{\underline{f_0 = 0,025}}$$

* Lignes de Kabylie

Ces deux lignes étant identiques nous ne ferons le calcul que pour une seule ligne .

- Calcul de C_2

Nous avons trouvé la section $q_e = 45 \text{ mm}^2$ ayant : $a = 3 \text{ mm}$ et $b = 15 \text{ mm}$

$$J_e = b \frac{a^3}{12} = 33,75 \text{ mm}^4$$

$$u_e = 0,4$$

En appliquant la formule qui donne C_2 nous obtenons :

$$\underline{\underline{C_2 = 0,96}}$$

- Calcul de f_0

$$f_0 = 1 \cdot 0,96 \cdot \frac{3}{4 \cdot 4^2} \cdot 1,4$$

$$\underline{\underline{f_0 = 0,025 \text{ Hz}}}$$

* lignes venant d'alger

Nous avons quatre lignes identiques .

- Calcul de C_2

$$q_e = 120 \text{ mm}^2 \quad \text{avec } a = 4 \text{ mm et } b = 30 \text{ mm}$$

$$J_e = b \frac{a^3}{12} = 160 \text{ mm}^4$$

$$\underline{\underline{C_2 = 0,906}}$$

- Calcul de f_0

$$f_0 = 1 \cdot 0,906 \cdot \frac{3}{4 \cdot 4^2} \cdot 1,4$$

$$\underline{\underline{f_0 = 0,059}}$$

Vérification

Les fréquences trouvées doivent vérifier la condition :

$$\sigma_{\text{dyn.max}} < \sigma_{\text{stat.max}}$$

La sollicitation dynamique max est donnée par :

$$\sigma_{\text{dyn.max}} = K_{\sigma} \cdot \sigma_{\text{stat.max}}$$

K est donné par la courbe $K_{\sigma} = g(f_0/f_n)$

$$\frac{f_0}{f_n} = \frac{0,025}{50} = 0,0005 \longrightarrow K_{\sigma} \text{ très petit devant } 1 \text{ ce qui vérifie la condition .}$$

$$\frac{f_0}{f_n} = \frac{0,059}{50} = 0,0011 \longrightarrow K_{\sigma} \text{ très faible devant } 1 \text{ ce qui vérifie la condition .}$$

CHAPITRE IV

EFFETS THERMIQUES

+++++

Lors d'un court-circuit les différents conducteurs électriques s'échauffent. L'énergie calorifique totale lors d'un échauffement d'un conducteur homogène est donnée par :

$$P dt = C.M.d\tau + \lambda.S.\tau.dt \quad (1)$$

P = puissance d'échauffement ; C = chaleur spécifique

M = masse du conducteur ; S = surface latérale

λ = coefficient de transmission de la chaleur vers le milieu ambiant

τ = échauffement du conducteur par rapport au milieu ambiant

Le premier terme $C.M.d\tau$ représente la chaleur emmagasinée dans le conducteur.

Le deuxième terme $\lambda.S.\tau.d$ représente la chaleur transmise au milieu ambiant au temps t. Ce terme est très faible devant $C.M.d\tau$ et ceci à cause de dt qui est très petit.

L'expression (1) devient :

$$\underline{P dt = C.M.d\tau}$$

$$P \text{ s'écrit : } P = Ri^2 \longrightarrow i^2 R dt = C.M.d\tau \quad (2)$$

$$R = R_0 (1 + \alpha \theta)$$

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{et} \quad M = \gamma l S$$

$$C = C_0 (1 + \beta \theta)$$

La chaleur spécifique étant proportionnelle à la température nous pouvons faire l'approximation suivante : $d\tau = d\theta$

L'expression (2) devient :

$$i^2 R_0 (1 + \alpha \theta) dt = C_0 (1 + \beta \theta) M.d\theta$$

En remplaçant R_0 et M par leur expression on aboutit à :

$$i^2 \rho (1 + \alpha \theta) \cdot \frac{l}{S} dt = C_0 (1 + \beta \theta) \cdot \gamma \cdot l \cdot S \cdot d\theta \quad (4)$$

$$\text{Soit : } \frac{1}{S^2} \cdot i^2 \cdot dt = \frac{C_0 \gamma}{\rho_0} \cdot \frac{1 + \beta \theta}{1 + \alpha \theta} \cdot d\theta \quad (5)$$

Posons : - $t = 0$ temps initial de court-circuit .

- t : durée de court-circuit .

- θ_i : température initiale du conducteur .

- θ_f : température finale du conducteur .

Nous aurons :

$$\frac{1}{S^2} \int_0^t i^2 dt = \frac{C_0 \gamma}{\rho_0} \int_{\theta_i}^{\theta_f} \frac{1 + \beta \theta}{1 + \alpha \theta} \cdot d\theta \quad (6)$$

$$\int_{\theta_i}^{\theta_f} \frac{1 + \beta \theta}{1 + \alpha \theta} \cdot d\theta = \left[\frac{\alpha - \beta}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha \theta_f) - \frac{\beta}{\alpha} \theta_f \right] - \left[\frac{\alpha - \beta}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha \theta_i) + \frac{\beta}{\alpha} \theta_i \right] \quad (7)$$

$$\text{Posons : } A(\theta) = \frac{C_0 \gamma}{\rho_0} \left[\frac{\alpha - \beta}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha \theta) + \frac{\beta}{\alpha} \theta \right] \quad (8)$$

$$\text{D'où } \frac{1}{S^2} \int_0^t i^2 \cdot dt = A(\theta_f) - A(\theta_i) \quad (9)$$

Calculons maintenant l'intégrale $\int_0^t i^2 dt$:

Le courant a deux composantes , l'une périodique et l'autre apériodique :

$i = i_a + i_p$ d'où :

$\int_0^t i^2 dt = \int_0^t (i_a + i_p)^2 dt$ en négligeant $2i_a i_p dt$ et en remplaçant les courants instantanés par leurs valeurs efficaces,

nous obtenons : $\int_0^t i^2 dt = \int_0^t (I_p^2 dt + I_a^2) dt$

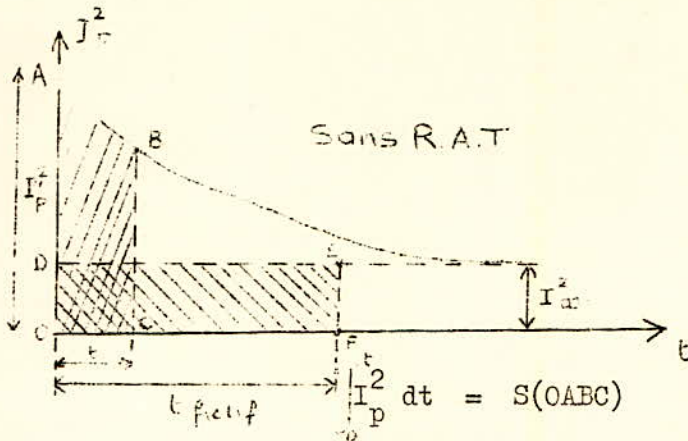
$I_p^2 dt$ ne peut être calculée mais il existe des diagrammes qui donnent sa valeur en utilisant le temps fictif .Ce temps fictif

t_f est un temps qui, pour le cas où le conducteur est parcouru par

un courant périodique stabilisé de court-circuit donne la même

quantité de chaleur comme dans le ^{cas} où le conducteur est parcouru

par un courant normal de court-circuit .



Aire OABC sera proportionnelle à la chaleur dégagée; on détermine une surface (ODEF) = (OABC) réelle

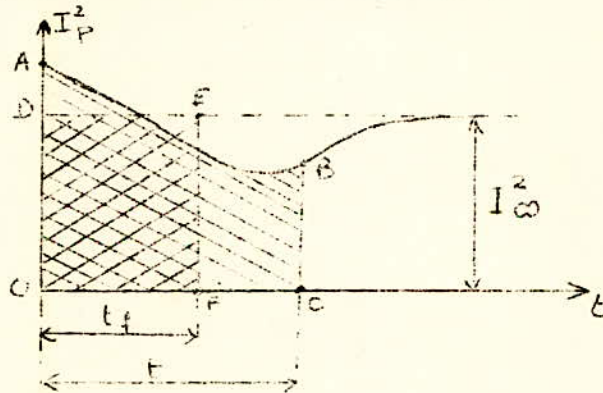
OC = t : durée du court-circuit . OF = t_f = temps fictif

Quand il n'y a pas de régulateur automatique de tension (RAT) le temps fictif est supérieur au temps réel ($t_f > t$)

Généralement on prend comme température admissible 70°C.

Dans le cas où l'on a un régulateur automatique de tension :

avec R.A.T.



Dans ce cas : $t_f < t$

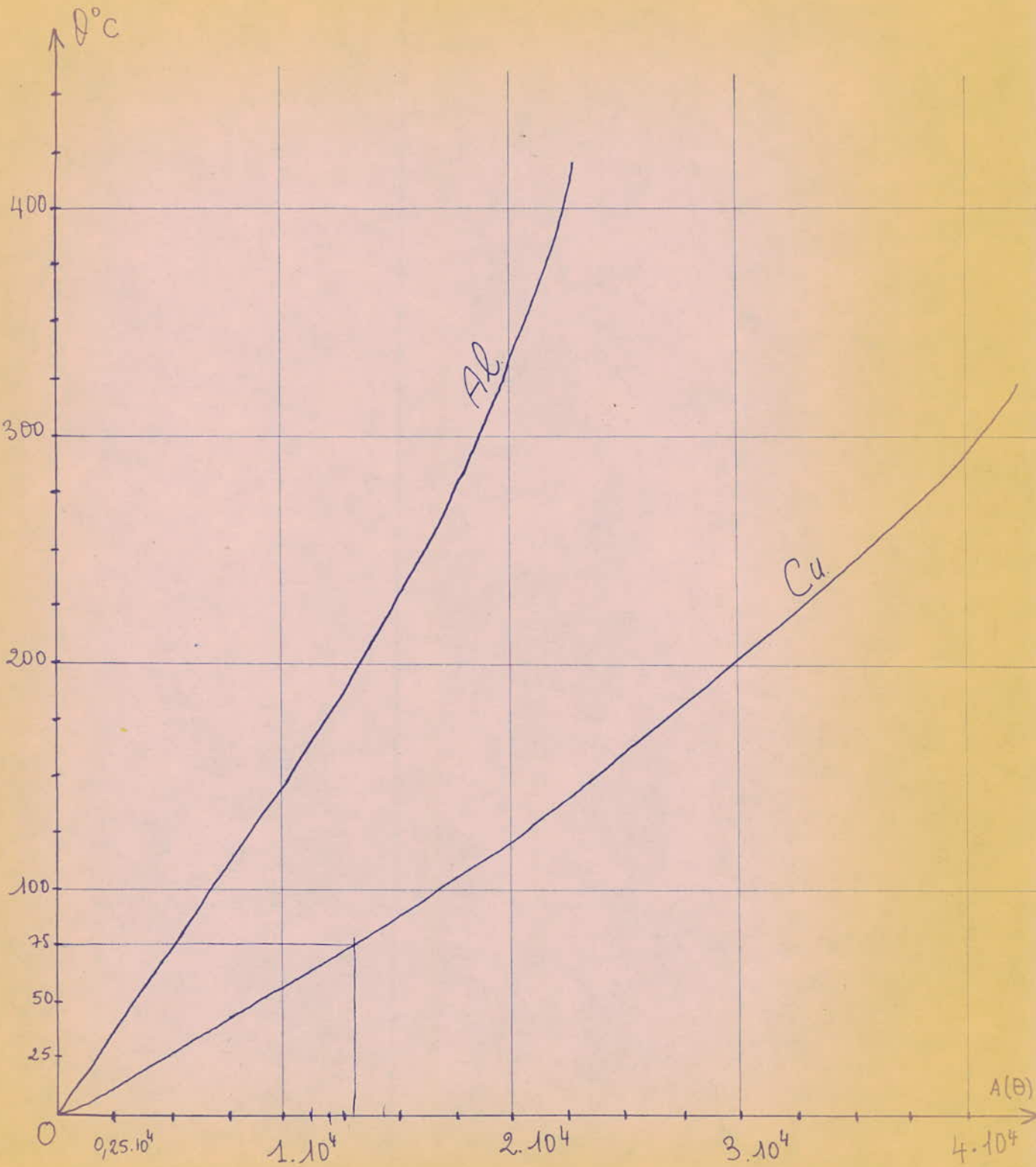
Le diagramme nous donne :

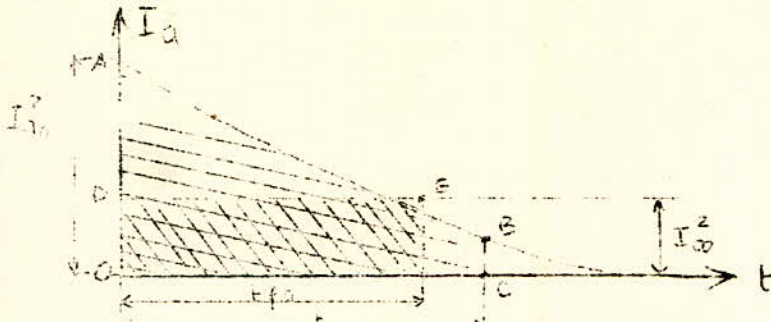
$$I_{cr}^2 t_{fp} = \int_0^t I_p^2 dt$$

t_{fp} est le temps fictif donné par la courbe $t_{fp} = f(\beta)$

$$\beta = \frac{I''}{I_{cr}}$$

Pour le calcul de $\int_a^t I_a^2 dt$ on fait également appel à un temps fictif aperiodique t_{fa} .





$OF = t_{fa} = t_f$ aperiodique ; $S(ODEF) = S(OABC)$

$t_{fa} < t$; $OC = t$ réel

De la même façon que précédemment on obtient :

$$I^2 \cdot t_{fa} = \int_a^2 dt$$

Détermination de t_{fa} .

$$i_a = \sqrt{2} I'' \exp(-t/T_a) \quad \text{et} \quad t_{fa} \cdot I_a^2 = \int_a^2 dt$$

$$t_{fa} = \frac{1}{I_a^2} \int_0^t (2I''^2 \exp(-t/T_a))^2 dt = 2(I''/I_a)^2 \int_0^t \exp(-2t/T_a) dt$$

$$\text{Comme } \beta = \frac{I''}{I_a} \quad \longrightarrow \quad t_{fa} = \beta^2 T_a (1 - e^{-2t/T_a})$$

La constante de temps $T_a = L/R$ sera prise égale à 0,05.

D'autre part la somme des temps t sera prise égale à 0,2sec. qui est le temps moyen d'ouverture d'un disjoncteur.

Nous aurons donc : $\exp(-2t/T_a) = \exp(-2 \cdot 0,2/0,05) = \exp(-8) = \exp(-8) = 0,0003$ négligeable devant 1.

On obtient finalement : $t_{fa} = \beta^2 T_a$

En pratique on considère le cas où l'on a un RAT d'où $I_p = I_a$

Finalement on peut exprimer l'intégrale $\int_a^2 dt$:

$$\int_a^2 dt = \int_a^p dt + \int_p^2 dt = I_p^2 t_{fp} + I_a^2 t_{fa} = I^2 (t_{fp} + t_{fa})$$

comme $t_f = t_{fp} + t_{fa}$ nous aurons :

$$I^2 dt = I^2 t_f$$

Reprenons l'expression (9) :

$$\frac{1}{S^2} \int_a^2 dt = A(\theta_f) - A(\epsilon_i) = \frac{1}{S^2} I_a^2 t_f$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 150 \cdot 3,27 = 849 \text{ MVA}$$

4) Disjoncteur D_4

a) $U_n = 150 \text{ kV}$

b) $I_n = 200 \text{ A}$

c) I''_{max} :

D_4 est parcouru par le courant de court-circuit max quand ce dernier se situe en k_2 et il a pour valeur la somme des I_{cc} dans les branches de D_1, D_2, D_3, D_5, D_6

$$I''_{\text{max}} = 0,813 + 0,77 + 0,48 + 0,517 + 0,528 = 3,108 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 3,108 = 2,486 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3 \cdot 2,486 = 3,232 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 150 \cdot 3,232 = 839 \text{ MVA}$$

5) Disjoncteur D_5

Il a les mêmes caractéristiques que D_4

6) Disjoncteur D_6

a) $U_n = 150 \text{ kV}$

b) $I_n = 200 \text{ A}$

c) I''_{max} :

D_6 sera parcouru par un courant max pour un défaut situé en k_2 et il sera égal à la somme des courants dans les branches de D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 ,

$$I''_{\text{max}} = 0,813 + 0,77 + 0,48 + 2 \cdot 0,517 = 3,097 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 3,097 = 2,477 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

68

$$I_c = 1,3 \cdot 2,477 = 3,22 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 150 \cdot 3,22 = 836 \text{ MVA}$$

7) Disjoncteur D₇

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_n = 480 \text{ A}$

c) I''_{max} :

D₇ sera parcouru par le courant max pour un défaut situé en k₁ qui sera égal à la somme des I_{cc} dans les branches de

D₉, D₈, D₁₀, D₁₁, D₁₂, D₁₃, D₁₄

$$I''_{\text{max}} = 2,264 + 1,319 + 0,221 + 0,151 + 2 \cdot 1,359 + 2 \cdot 1,342$$

$$I''_{\text{max}} = 9,356 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 9,356 = 7,484 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3 \cdot 7,484 = 9,73 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 9,73 = 1011 \text{ MVA}$$

8) Disjoncteur D₈

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_n = 480 \text{ A}$

Le reste des caractéristiques étant celles de D₇

9) Disjoncteur D₉

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_n = 480 \text{ A}$

c) I''_{max} :

D₉ est parcouru par le courant max pour un court-circuit situé en k₁ qui a pour valeur la somme des I_{cc} dans les branches de D₇,

$D_8, D_{10}, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{15}$

$$I''_{\max} = 1,27 + 1,296 + 0,221 + 0,156 + 2,1,359 + 2,1,342 = 8,345 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 8,345 = 6,676 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3 \cdot 6,676 = 8,678 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 8,678 = 900 \text{ MVA}$$

10) Disjoncteur D_{10}

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_N = 96 \text{ A}$

c) I''_{\max} :

On a I''_{\max} pour un court-circuit en k_2 qui est égal à la somme des I_{cc} dans les branches de $D_7, D_8, D_9, D_{11}, D_{12}, D_{13}, D_{14}, D_{15}$

$$I''_{\max} = 2,1,27 + 1,296 + 0,156 + 2,1,359 + 2,1,342 = 9,394 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 9,394 = 7,515 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3 \cdot 7,515 = 9,769 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure.

$$S_c = 1015 \text{ MVA}$$

11) Disjoncteur D_{11}

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_n = 96 \text{ A}$

Le rsste des caractéridtiques étant les mêmes que celle de D_{10}

12) Disjoncteur D_{12}

a) $U_n = 60 \text{ kV}$

b) $I_n = 480 \text{ A}$

c) I''_{\max} :

D_{12} sera parcouru par le courant périodique maximum pour un court-circuit situé en k_2 et il sera égal à la somme des I_{cc} qui parcourent les branches des disjoncteurs $D_7, D_8, D_9, D_{10}, D_{11}, D_{13}, D_{14}, D_{15}$

$$I''_{\max} = 2.1,27 + 1,296 + 0,221 + 0,156 + 1,359 + 2.1,342 = 8,229 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8.8,229 = 6,583 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3.6,583 = 8,558 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = 889 \text{ MVA}$$

Les disjoncteurs D_{13}, D_{14} et D_{15} ont les mêmes caractéristiques que D_{12}

Disjoncteur D_{16}

a) $U_n = 11 \text{ kV}$

b) $I_n = 1050 \text{ A}$

c) $I''_{\max} =$

D_{16} sera parcouru par le courant périodique maximum pour un court-circuit situé en k_1 et il sera égal à $I_{cc \max}$ dans la branche:

$$I''_{\max} = 17,981 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8.17,981 = 14,384 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3.14,384 = 18,699 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 11 \cdot 18,699 = 356 \text{ MVA}$$

Disjoncteur D_{17}

D_{17} a les mêmes caractéristiques que D_{16}

Disjoncteur D_{18}

a) $U_n = 11 \text{ kV}$

b) $I_n = 1050 \text{ A}$

c) I''_{max} : Il est égal au courant de court-circuit maximum qui traverse la branche .

$$I''_{max} = 28,28 \text{ kA}$$

d) Courant de déclenchement

$$I_d = 0,8 \cdot 28,28 = 22,624 \text{ kA}$$

e) Courant de coupure

$$I_c = 1,3 \cdot 22,624 = 29,411 \text{ kA}$$

f) Puissance de coupure

$$S_c = \sqrt{3} \cdot 11 \cdot 29,411 = 560 \text{ MVA}$$

Sectionneurs

Les sectionneurs sont définis par :

- la tension nominale U_n
- le courant nominal I_n

Ces caractéristiques sont celles du disjoncteur équivalent .

TABLEAUX REGROUPANT
LES CARACTERISRIQUES DES DISJONCTEURS

	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉
U _n kV	150	150	150	150	150	150	60	60	60
I _n A	480	307	480	200	200	200	480	480	480
S _c MVA	759	771	849	839	839	836	1011	1011	900

	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	D ₁₇	D ₁₈
U _n kV	60	60	60	60	60	60	11	11	11
I _n A	96	96	480	480	480	480	1050	1050	1050
S _c MVA	1015	1015	889	889	889	889	356	356	560

Conclusion ,

Après tous les calculs que nous venons de faire , il est grand temps de faire un bilan.

Nous allons comparer nos résultats avec ce qui existe au poste de Larbaa. Les jeux de barres ont été bien choisis , par contre les disjoncteurs ont été surdimensionnés ce qui a dû entraîner un gaspillage qui ne se justifie pas .

Nous avons une remarque à faire , remarque qui concerne les transformateurs: nous avons vu qu'il ya au poste de Larbaa trois transformateurs dont deux seulement sont identiques ce qui entraine une répartition non uniforme de la charge sur ces trois transformateurs. Nous pensons qu'on aurait dû les choisir identiques .

Dans peu de temps la tension du réseau algérien passera de 150 kV à 220 kV; c'est dans ce contexte que nous assistons au remplacement de toutes les installations de 150 kV du poste de Larbaa .

Ne disposant pas de données ^{et} concernant ces nouvelles installations nous n'avons pu en faire les calculs .

