

UNIVERSITE D'ALGER

3/75

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

200



PROJET DE FIN D'ETUDES

INSTALLATIONS ELECTRIQUES A MOYENNE TENSION
D'UNE CENTRALE THERMO-ELECTRIQUE
(Application à la Centrale Alger-Port)



PROPOSÉ PAR :

M^r L. PREDA

ETUDIÉ PAR :

M^r AZIZI Mostepha

PROMOTION 1975

UNIVERSITE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

INSTALLATIONS ELECTRIQUES A MOYENNE TENSION
D'UNE CENTRALE THERMO-ELECTRIQUE
(Application à la Centrale Alger-Port)

PROPOSÉ PAR :

M' L. PREDA

ETUDIÉ PAR :

M' AZIZI Mostepha

PROMOTION 1975

- ((-)) - MES PARENTS, FRERES ET SOEUR
- MES AMIS
- Melle BENTCHIKI Wassila POUR SON
AIDE PRECIEUSE.

Je Tiens à remercier tous les professeurs qui ont contribué à ma formation en particulier Monsieur PREDA, qui a bien voulu suivre de très près cette étude et dont les conseils m'ont été très profitable.

Mes vifs remerciements à tous les employés de la SONEGAS pour toutes leurs explications fructueuses.

- S O M M A I R E -

- Introduction -----	1
- Présentation du poste de 10 Kv de la centrale -----	2

CHAPITRE I

Les courants de Court-Circuit.

- Etude théorique -----	3
- Méthodes de calcul des courants de court-circuit -----	8
- Application : courants de court-circuit max -----	11
- Schéma d'exploitation normale -----	12
- Variante II -----	16
- Application : courants de court-circuit min -----	54
- Schéma d'exploitation normal -----	57

CHAPITRE II

Dimensionnement des jeux de barres.

- Application -----	72
---------------------	----

CHAPITRE III

Efforts électrodynamiques

- Théorie -----	80
- Application -----	80

CHAPITRE IV

Efforts thermiques.

- théorie -----	93
- Application -----	98

CHAPITRE V

Choix des appareils.

- Disjoncteurs, sectionneurs -----	100.
- Conclusion -----	103

INTRODUCTION

Le développement industriel d'un pays est lié à sa consommation en énergie électrique.

L'essor industriel que connaît actuellement l'ALGERIE a conduit la SONELGAZ à construire de nouvelles Centrales à travers le territoire algérien. C'est ainsi que l'on a vu naître en 1958, la nouvelle Centrale d'Alger-Port, qu'une Centrale thermique à SKIKDA d'une puissance installée de 2x137 MVA va bientôt entrer en fonction, et qu'un contrat pour la construction d'une Centrale à gaz d'une puissance installée de 100 MVA, à BOUFARIK, vient d'être signé.

La Centrale thermique d'Alger-Port est constituée de 2 tranches de puissance unitaire 75 MVA. Elle est interconnectée au réseau national par l'intermédiaire du poste du HAMMA.

Le générateur à vapeur peut brûler du gaz de HASSIR'MEL et du fuel lourd simultanément ou indépendamment. La marche normale permanente est au gaz naturel.

En cas de manque de gaz naturel, la chaudière peut brûler du fuel domestique en secours immédiat, avant d'être passée au fuel lourd.

La puissance est fournie par les alternateurs sous une tension de 10,3Kv, puis est élevée par 2 transformateurs de 75 MVA à 60 Kv. Les sorties de ces 2 transformateurs sont reliées à un jeu de barres de 60 Kv.

Un transformateur abaisseur à 3 enroulements (60/10,3/5,7)kV permet l'alimentation du poste de 10 Kv. Ce dernier alimente la ville d'ALGER.

L'étude envisagée s'intéressera particulièrement à ce poste.

- 2 -

PRESENTATION DU POSTE DE 10 KV DE LA CENTRALE

Le poste de 10 Kv est situé dans l'enceinte de la Centrale. Il est constitué de :

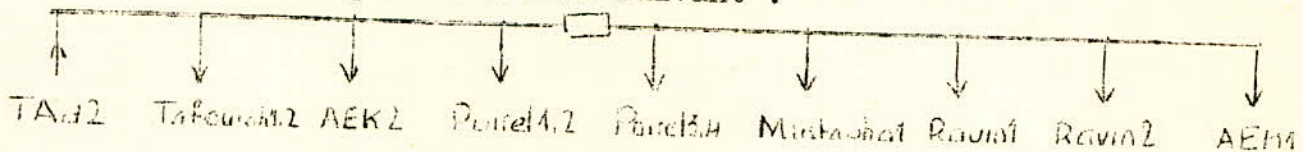
- 1) 2 demi-jeu de barres reliés par un couple longitudinal.
- 2) 9 cellules débrochables réparties entre les arrivées et les départs.

Chaque cellule comprend un disjoncteur et un sectionneur. Elle coulisse sur 2 rails, et peut facilement être remplacée en cas d'avarie.

Le sectionneur ne pouvant être actionné sous charge, un système de verrouillage immobilise la cellule si le disjoncteur est fermé et ne permet donc pas son retrait. Ceci limite les risques d'accidents corporels, et de détérioration des appareils cependant il nécessite la présence permanente de 2 ou 3 cellules de réserve

- 3) Des organes de commande des disjoncteurs.

La disposition actuelle des départs et arrivées, est donnée par le schéma suivant :



Le schéma du réseau donnant les possibilités d'alimentation de la ville d'ALGER est donné par la planche 1

Il est évident que le travail du poste Port II, dépendra des chemins de distribution choisis.

On étudiera le comportement de ce dernier pour différents cas.

1er cas : Etude du schéma d'exploitation normale.

2ème cas : Etude d'un schéma d'exploitation en cas d'avarie.

On se limitera au calcul des courants de court-circuit triphasés. Ils sont les moins probables, mais les plus dangereux.

On choisira les organes de coupure adéquats

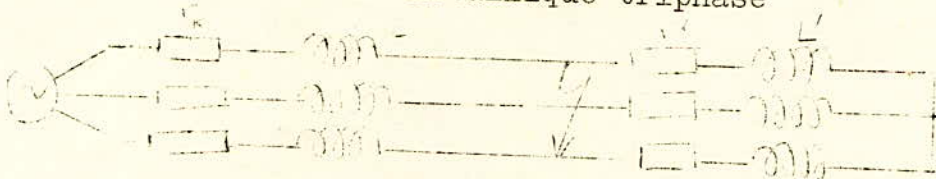
On dimensionnera les jeux de barres du poste

On déterminera les efforts électrodynamiques et thermiques qui s'exerceront sur les barres en cas d'avarie.

LES COURANTS DE COURT-CIRCUIT

I - Etude théorique

Soit un circuit non ramifié dans lequel se produit un court-circuit métallique triphasé



On suppose la source de puissance infinie, la reactance et la résistance du générateur négligeables.

Le schéma équivalent sera



Les équations des tensions et des courants seront :

$$(I) \begin{aligned} U_A &= U_m \sin(\omega t + \alpha) ; I_a = I_m \sin(\omega t + \alpha - \varphi) \\ U_B &= U_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{2\pi}{3}) ; I_b = I_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{2\pi}{3} - \varphi) \\ U_C &= U_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{4\pi}{3}) ; I_c = I_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{4\pi}{3} - \varphi) \end{aligned}$$

Les équations régissant le circuit en cas d'a varie sont :

$$(2) \begin{aligned} U_A &= r i_A + L \frac{di_A}{dt} + M \frac{di_B}{dt} + M \frac{di_C}{dt} \\ U_B &= r i_B + L \frac{di_B}{dt} + M \frac{di_C}{dt} + M \frac{di_A}{dt} \\ U_C &= r i_C + L \frac{di_C}{dt} + M \frac{di_A}{dt} + M \frac{di_B}{dt} \end{aligned}$$

$$(3) \quad i_A + i_B + i_C = 0$$

D'une façon générale :

$$(4) \quad U = r i + L_k \frac{di}{dt} \quad L_k = L - M$$

Solution du système :

$$(5) \quad i_k = I_{pm} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) \quad C \exp(-\frac{t}{T_a}) = i_p + i_a$$

A = $C \exp(-\frac{t}{T_a})$ = composante a périodique

$I_{pm} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k)$ composante périodique

$$I_{pm} = \frac{U_m}{Z_k} \quad \text{avec} \quad Z_k = \sqrt{r_k^2 + (L_k \omega)^2}$$

$$\varphi_k = \text{Artg} \frac{X_k}{r_k} = \text{arctg} \frac{L_k \omega}{r_k}$$

$$T_a = \frac{L_k}{r_k} = \frac{X_k}{\omega r_k} \quad \text{Constante de temps}$$

Pour $t = 0$ on a :

$$A=C= i a_{A0} = \text{Composante appériodique initiale}$$

En remplaçant C par sa valeur dans (5) on obtient

$$i_{kA} = I_{pm} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) + i_{A0} \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = i_{pA} + i_{A0}$$

$$i_{kB} = I_{pm} \sin\left(\omega t + \alpha - \varphi_k - \frac{2\pi}{3}\right) + i_{B0} \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = i_{pB} + i_{B0}$$

$$i_{kC} = I_{pm} \sin\left(\omega t + \alpha - \varphi_k - \frac{4\pi}{3}\right) + i_{C0} \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = i_{pC} + i_{C0}$$

Pour $t = 0$ on aura

$$i_0 = i_{k0}$$

$$i_{A0} = i_{kA0} = i_{pA0} + i_{A0}$$

$$(7) i_{B0} = i_{kB0} = i_{pB0} + i_{B0}$$

$$i_{C0} = i_{kC0} = i_{pC0} + i_{C0}$$

ce qui nous donne

$$i_{A0} = i_{A0} + i_{pA0} = I_m \sin(\alpha - \varphi) - I_{pm} \sin(\alpha - \varphi_k)$$

$$(8) i_{B0} = i_{B0} - i_{pB0} = I_m \sin\left(\alpha - \varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - I_{pm} \sin\left(\alpha - \varphi_k - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$i_{C0} = i_{C0} - i_{pC0} = I_m \sin\left(\alpha - \varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - I_{pm} \sin\left(\alpha - \varphi_k - \frac{4\pi}{3}\right)$$

Soit en remplaçant dans (6)

$$i_{kA} = I_{pm} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k) + \left(I_m \sin(\alpha - \varphi) - I_{pm} \sin(\alpha - \varphi_k) \right) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right)$$

$$(9) i_{kB} = I_{pm} \sin\left(\omega t + \alpha - \varphi_k - \frac{2\pi}{3}\right) + \left(I_m \sin\left(\alpha - \varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - I_{pm} \sin\left(\alpha - \varphi_k - \frac{2\pi}{3}\right) \right) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right)$$

$$i_{kC} = I_{pm} \sin\left(\omega t + \alpha - \varphi_k - \frac{4\pi}{3}\right) + \left(I_m \sin\left(\alpha - \varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - I_{pm} \sin\left(\alpha - \varphi_k - \frac{4\pi}{3}\right) \right) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right)$$

Remarque

$$I_{pm} = \frac{U_m}{Z_k} = \text{Cte}$$

$$\omega = 2 \pi f = \text{Cte}$$

Pour avoir les valeurs extrêmes du courant de court circuit, on dérivera les expressions (9) par rapport à t, α, I_m et φ , et on annulera les expressions obtenues

$$1) \frac{\partial i_{kA}}{\partial t} = \omega I_{pm} \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) - \frac{I}{T_a} \left(I_m \sin(\alpha - \varphi) - I_{pm} \sin(\alpha - \varphi_k) \right) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = 0$$

$$(10) 2) \frac{\partial i_{kA}}{\partial \alpha} = I_{pm} \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) + I_m \cos(\alpha - \varphi) - I_{pm} \cos(\alpha - \varphi_k) - I_{pm} \cos(\alpha - \varphi_k) \exp\left(\frac{t}{T_a}\right) = 0$$

$$3) \frac{\partial i_{kA}}{\partial I_m} = \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin(\alpha - \varphi) = 0$$

$$4) \frac{\partial i_{kA}}{\partial \varphi} = -I_m \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \cos(\alpha - \varphi) = 0$$

$$t_1 = \frac{0,5 \pi + \varphi_k}{100 \pi}$$

t_1 est le temps au bout duquel le courant atteint sa valeur maximale.

Remarques : 1) Pour les phases B et C , on aura

$$\alpha = \frac{2}{3} \pi \quad \text{et} \quad \alpha = \frac{4}{3} \pi$$

2) - En reprenant les équations (10-3) et (10-4) et en faisant cette fois :

$$\cos(\alpha - \varphi) = 0 \implies \alpha - \varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = 0 \implies \underline{t_1 = 0} \quad \text{on obtiendra.}$$

$$i_k = I_{pm} \sin(\omega t + \alpha - \varphi_k)$$

C'est l'expression du courant minimal de court-circuit.

$$(10 - 3) \implies \sin(\alpha - \varphi) = 0 \implies \alpha = \varphi$$

$$(10 - 4) \implies \operatorname{Im} \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = 0 \implies \operatorname{Im} = 0$$

En remplaçant dans (10 - 1) on a.

$$X I_{pm} \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) = \frac{-1}{T_a} I_{pm} \sin(\alpha - \varphi_k) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \quad (a)$$

En remplaçant dans (10-2) on obtient

$$I_{pm} \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) = I_{pm} \cos(\alpha - \varphi_k) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \quad (b)$$

$$(a) \text{ et } (b) \implies \omega I_{pm} \cos(\alpha - \varphi_k) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = \frac{1}{T_a} I_{pm} \sin(\alpha - \varphi_k) \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right)$$

$$\exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \implies \omega T_a = -\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_k):$$

Sachant que $T_a = \frac{X_k}{\omega r_k}$ on obtient.

$$\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_k) = -\frac{\omega X_k}{\omega r_k} = -\frac{X_k}{r_k}$$

Or on sait que : $k = \arctg \frac{X_k}{r_k}$ donc $-\frac{X_k}{r_k} = \operatorname{tg}(-k)$.

Finalement on aboutit à :

$$\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_k) = -\frac{X_k}{r_k} = \operatorname{tg}(-\varphi_k) = \operatorname{tg}(\alpha - \varphi_k) \quad \text{donc.}$$

$$\alpha = 0 \text{ et puisque } \alpha = \varphi \implies$$

$$\boxed{\alpha = \varphi = 0}$$

I.1. Court-Circuit d'un circuit travaillant à vide avant

Le Court-Circuit.

$$\alpha = 0, \varphi = 0 \quad \varphi_k = \frac{X_k}{r_k} \quad \operatorname{Im} = 0$$

La relation (10-2) nous donne :

$$I_{pm} \cos(\omega t - \varphi_k) = 0 \implies (\omega t - \varphi_k) = 0$$

$$\implies \omega t - k = \frac{\pi}{2} \implies t = \frac{0,5 \pi + \varphi_k}{\omega}$$

.../...

II.2) Cas où le circuit est en charge avant le court-circuit : $I_m = \text{Cte}$

On écrira des relations identiques aux relations IO, sauf la (IO-3)

$$\left. \begin{aligned} 1) \frac{\partial i_{KA}}{\partial t} &= I_{pm} \cdot \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) - \frac{1}{T_a} \left[I_m \cdot \sin(\alpha - \varphi) - I_{pm} \cdot \sin(\alpha - \varphi_k) \right] \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = 0 \\ 2) \frac{\partial i_{KA}}{\partial \alpha} &= I_{pm} \cdot \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) + I_m \cdot \cos(\alpha - \varphi) - I_{pm} \cdot \cos(\alpha - \varphi_k) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) = 0 \\ 3) \frac{\partial i_{KA}}{\partial \varphi} &= - I_m \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \cdot \cos(\alpha - \varphi) = 0 \end{aligned} \right\} 12$$

$$(I2-3) \implies \cos(\alpha - \varphi) = 0 \implies \alpha - \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$$

En remplaçant, dans (I2-1) et (I2-2), $(\alpha - \varphi)$ par $\pm \frac{\pi}{2}$ on a

$$I_{pm} \cdot \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) = I_{pm} \cdot \cos(\alpha - \varphi_k) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \quad (a)$$

$$T_a \omega I_{pm} \cdot \cos(\omega t + \alpha - \varphi_k) = \pm I_m - I_{pm} \cdot \sin(\alpha - \varphi_k) \cdot \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \quad (b)$$

DES relations (a) et (b) on tire :

$$\omega T_a = \frac{\omega X_K}{\omega R_K} = \frac{\pm I_m - I_{pm} \cdot \sin(\alpha - \varphi_k)}{I_{pm} \cdot \cos(\alpha - \varphi_k)} = \text{tg } \varphi_k$$

On aura toujours :

$$t_1 = \frac{0,5\pi + \varphi_k}{100\pi}$$

- Donc si l'on considère le cas II-1 ($I_m = 0$) pour un circuit purement inductif on aura :

$$t = \frac{0,5\pi + 0,5\pi}{100\pi} = 0,01 \text{ sec. ce qui nous donne}$$

$$i_{KA(\text{max})} = 2I_{pm}$$

$$i_{KA(\text{min})} = I_{pm}$$

- Pour le cas II-2 ($I_m \neq 0$)

$$\omega T_a = \frac{\omega X_K}{\omega R_K} = \frac{\pm I_m - I_{pm} \cdot \sin(\alpha - \varphi_k)}{I_{pm} \cdot \cos(\alpha - \varphi_k)} = \text{tg } \varphi_k$$

Puisque $\varphi_k = -\frac{\pi}{2}$ on en déduit :

$$\frac{\pm I_m - I_{pm} \cdot \cos(\alpha)}{I_{pm} \cdot \sin(\alpha)} = \infty$$

I_m ne pouvant être infini, on aura

$$\sin \alpha = 0 \implies \alpha = k \pi$$

Précédemment on avait trouvé $\alpha - \varphi = \pm \frac{\pi}{2}$

Ces deux dernières conditions nous donnent 4 situations donnant les courants extrêmes.-

(Bien sûr le temps t_1 étant toujours donné par la même formule, on aura $t_1 = 0,01s$)

<u>Situations</u>			
1)	$\alpha = 0, \varphi = -0,5\pi$	$t=0,01s$	capacitif
2)	$\alpha = 0, \varphi = +0,5\pi$	$t=0,01s$	inductif
3)	$\alpha = \pi, \varphi = 0,5\pi$	$t=0,01s$	inductif
4)	$\alpha = \pi, \varphi = 1,5\pi$	$t=0,01s$	capacitif

Ce qui nous donne :

- 1) $i_{ka} = 2 I_{pm} + I_m$ Max
- 2) $i_{ka} = 2 I_{pm} - I_m$ Min
- 3) $i_{ka} = -(2 I_{pm} + I_m)$ Min
- 4) $i_{ka} = -(2 I_{pm} - I_m)$ Max

Conclusion

On voit que le courant de court-circuit le plus dangereux est obtenu pour un circuit capacitif travaillant en charge avant le court-circuit.

$$I_k \text{ MAX} = \pm (2 I_{pm} + I_m)$$

Mais habituellement en régime normal les circuits ne sont pas capacitifs. On considère donc comme cas le plus dangereux le cas du circuit inductif tel que :

$I_m = 0$	
$\alpha = \varphi = 0$	$I_k \text{ MAX} = 2 I_{pm}$

METHODES DE CALCUL DES COURANTS
DE COURT-CIRCUIT

Il existe plusieurs méthodes de calcul des courants de court-circuit. Elles possèdent toutes leurs avantages et leurs inconvénients. La méthode qui sera utilisée sera la méthode connue sous le nom de "Méthode des courbes de calcul". Elle a été choisie, à cause de sa simplicité, et parce qu'elle permet de déterminer directement la valeur de la composante périodique du courant de court-circuit en valeur réduite en n'importe quel point et à n'importe quel moment, en fonction d'une réactance qui s'appelle "réactance de calcul". On considère que les réactances des générateurs sont constantes et égales aux réactances surtransitoires.

a)- hypothèse de la variation générale

On applique ce système de calcul lorsque l'on a un seul générateur, ou bien plusieurs générateurs du même type. Ne peut donc être appliquée dans notre cas.

b)- hypothèse de la variation séparée

On groupe les générateurs ayant la même variation de la réactance en fonction du temps.

- Si les branches qui font les liaisons entre le point de court-circuit et le groupe de générateurs sont compliquées, on fait un processus de transfiguration. Par ce processus, on aboutit à un seul générateur équivalent

- Ensuite on considère entre chaque groupe et le point de court-circuit une réactance équivalente.

- L'apport de tous les groupes au point de court-circuit est égal à l'unité (100%)

- A chaque branche, on affecte un coefficient C_i

- La somme des C_i relatifs aux branches des générateurs doit être égale à l'unité.

b I Etapas de calcul

1) L'impédance résultante réduite est déterminée après groupement des générateurs, et transformation du schéma général en un schéma équivalent simple.

2) On calcule les coefficients de distribution à l'aide de la loi des mailles (Kirchoff) en partant de $C = 1$

Il faut vérifier que la somme des coefficients de distribution de toutes les branches générateurs est égale à l'unité.

3) Les réactances de calcul pour les générateurs sont déterminées par la relation :

$$X_{gi} = \frac{X \cdot S_{ni}}{C_i \cdot S_b}$$

- X : impédance équivalente réduite
S_{ni} : puissance nominale du générateur i
S_b : puissance de base
C_i : coefficient de distribution relatif à la branche générateur i

La réactance de calcul du système énergétique que est donnée par la formule

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s}$$

C_s : coefficient de distribution relatif à la branche système énergétique

4) On détermine les courants périodiques réduits de court circuit I_{pectr} dans chaque branche à l'ai de des courbes de calcul.

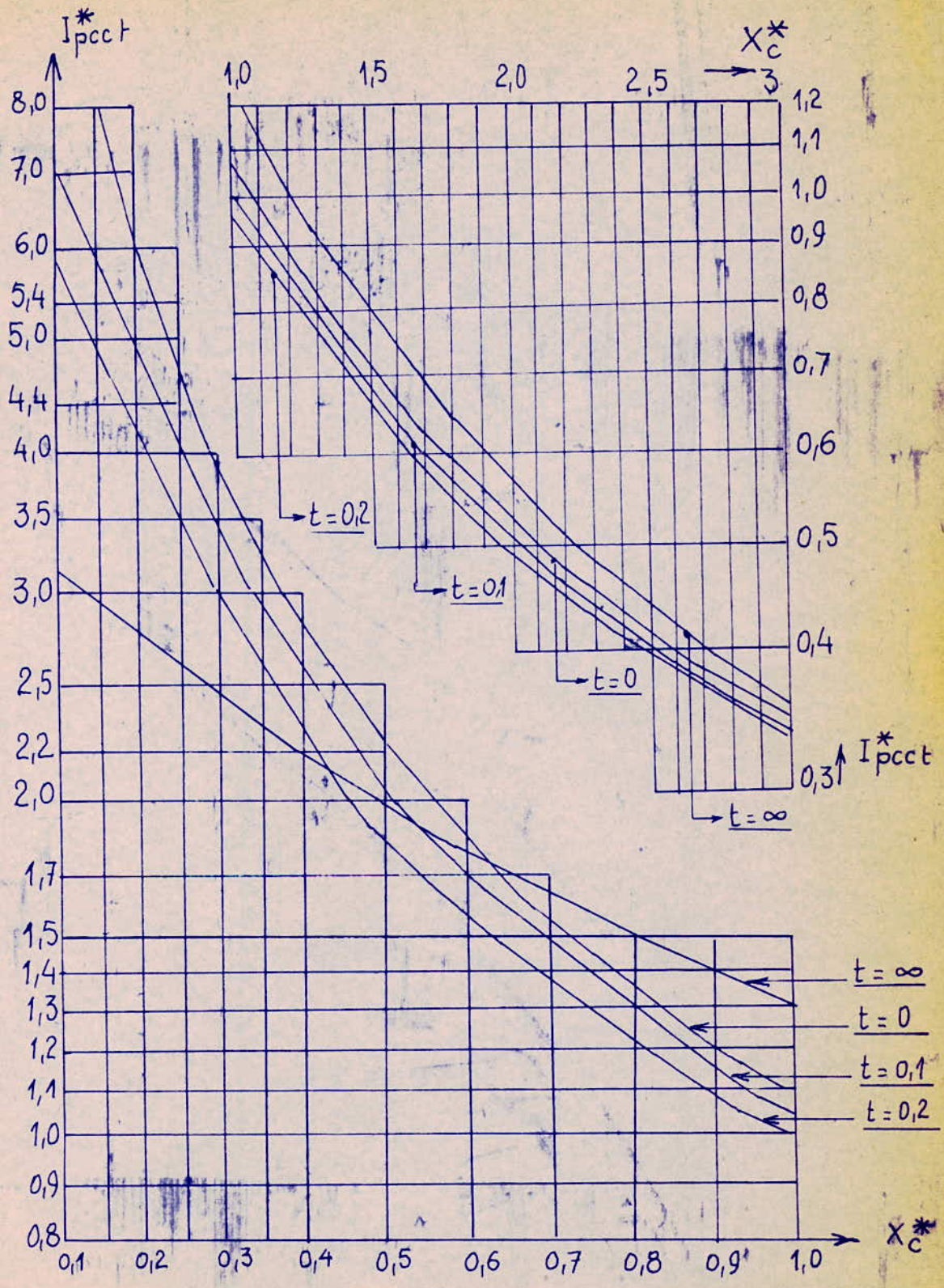
- Si la valeur de la réactance relative de calcul d'une branche est supérieure à 3, on considère que le courant de court-circuit est égal au courant trouvé pour X_c = 3. Le courant dans la branche ne s'amortit pas.

5) On détermine la composante périodique du courant de court-circuit triphasé par la formule

$$I_{pect} = I_{pectr1}I_{ni} + I_{pectr2}I_{n2} + \dots + I_{pectrm}I_{nm}$$

où I_{ni} = $\frac{S_{ni}}{\sqrt{3} \cdot U_b}$ est le courant du générateur i rapporté à la tension de base

6) On calcule les courants de court-circuit dans chaque branche, en multipliant le courant de court-circuit total par le coefficient de la branche correspondante et en tenant compte de la tension de service.

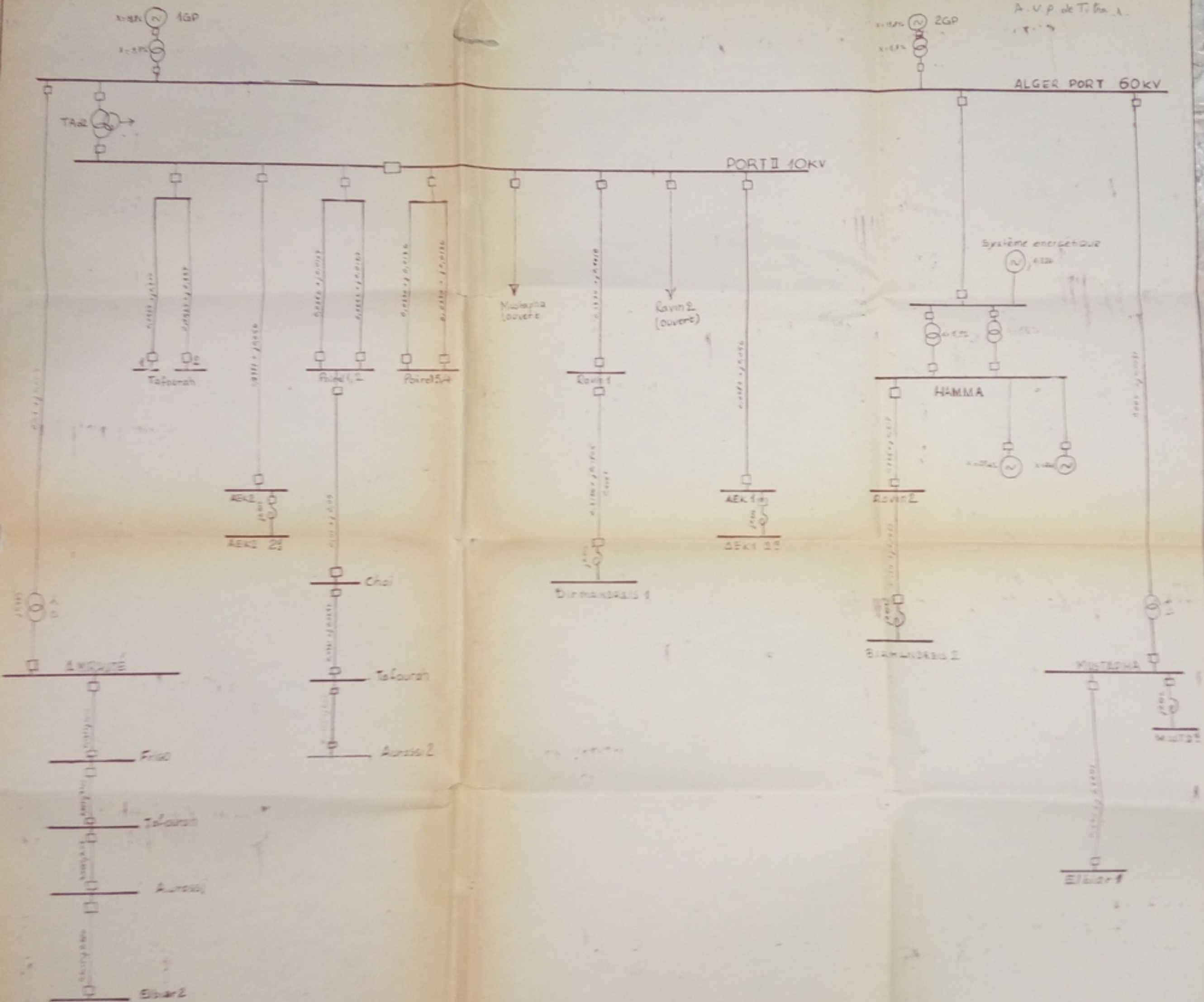


Courbes de calcul d'un turbogénérateur avec RAT

SCHEMA D'EXPLOITATION NORMALE - (VARIANTE I) -

AA 003/75

A. U. P. de T. G. A.



Impédance réduite vue entre les bornes 63/II
kv du transformateur T Ad2

$$U_{cc}\% (60-10,3) = 12,46 \%$$

L'impédance réduite est donnée par :

$$X = \frac{U_{cc}\% \cdot S_b}{100 \cdot S_n} = \frac{X_{cc}\% \cdot S_b}{100 \cdot S_n} = \frac{12,46 \cdot 100}{100 \cdot 30} = 0,415$$

II.3 Calcul des courants de court-circuit

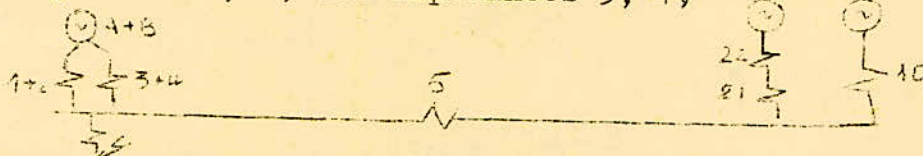
A. SCHEMA D'EXPLOITATION NORMALE (VARIANTE I)

1°- Court-Circuit à Port II

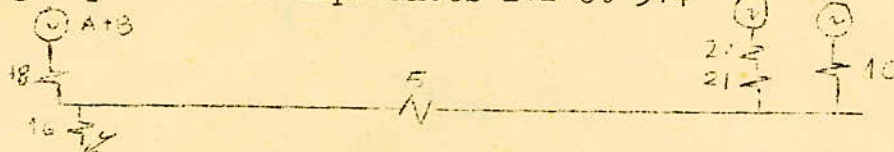
Schéma équivalent



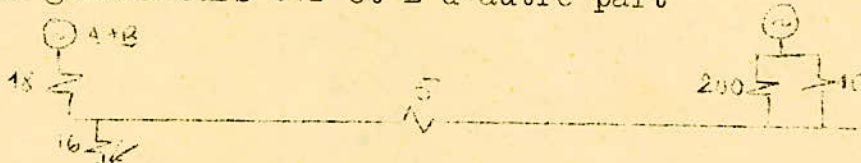
Regroupons les générateurs A et B d'une part, C et D d'autre part, ainsi que les impédances 7 et 9, les impédances 1, 2 ; les impédances 3, 4;



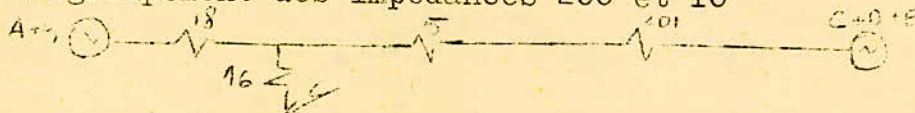
- Regroupement des impédances 1+2 et 3+4



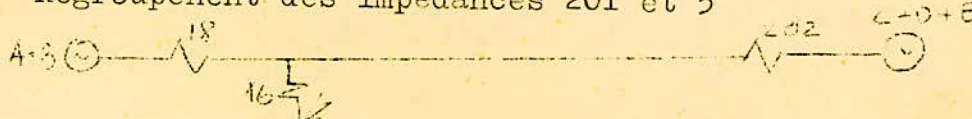
- Regroupement des impédances 20, 21 d'une part et les générateurs C+D et E d'autre part



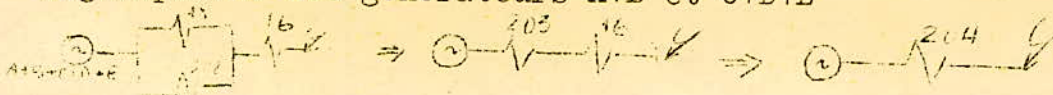
- Regroupement des impédances 200 et 10



- Regroupement des impédances 201 et 5



- Regroupement des générateurs A+B et C+D+E



VARIANTE : 1

CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT

(SCHEMA D'EXPLOITATION NORMALE)

Point de Court-Circuit	IMPEDECANCE (Grandeur réelle)					Impédance (réduite)	REACTANCES DE CALCUL			Courants réduits de Court-circuit des g _e		Courants de court-circuit des sources				Courant total de Court-circuit
	a + jb (a)	a ²	b ²	a ² + b ²	√(a ² + b ²)		X _g = X _g S _g / U _g ²	Alger Fort	Hamma	Syst. Ener	Alger Fort	Hamma	Alger Fort	Hamma	Syst. Ener	
								No. = X _g S _g / U _g ²	X _g = X _g S _g / U _g ²	X _g = X _g S _g / U _g ²	Isch _g = Isch _g	Isch _g = Isch _g	Isch _g = Isch _g	Isch _g = Isch _g	Isch _g = Isch _g	
AEX1 ou AEX2 au de barres principales 50	0,1120 + j 0,0400 0,0220 + 0,0560 0,0220 = 0,000	0,0012	0,16	0,160	0,40	0,007	1,004	1,89	1,781	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
AEX1 ou AEX2 au de barres secondaire 50	0,0185 + j 0,003 + 0,002 = 0,0205 0,0185 = 0,000	0,0001	0,130	0,130	0,36	0,009	2,89	0,04	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 12 60	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 34 80	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 1 57	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 10 61	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre A 90	0,0200 + j 0,0030 + 0,0030 = 0,0230 0,0200 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 2 50	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 30 au de barres principales	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre 30 au de barres secondaires	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Barre finale	0,0120 + j 0,0020 + 0,0020 = 0,0140 0,0120 = 0,000	0,0004	0,132	0,132	0,366	0,005	0,08	1,70	1,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

a)- Calcul des réactances réduites

$$\begin{aligned} X_1 &= 0,264 & X_5 &= 0,0063 & X_9 &= 0,236 \\ X_2 &= 0,129 & X_6 &= 1,2 & X_{10} &= 0,321 \\ X_3 &= 0,264 & X_7 &= 0,31 & X_{18} &= \frac{0,393}{2} = 0,1965 \\ X_4 &= 0,129 & X_8 &= 1,2 & & \end{aligned}$$

$$X_{1+2} = X_{3+4} = 0,393$$

$$X_{22} = \frac{X_6 \cdot X_8}{X_6 + X_8} = 1,2 = 0,6$$

$$X_{21} = \frac{X_9 \cdot X_7}{X_9 + X_7} = \frac{0,236 \cdot 0,31}{0,236 + 0,31} = 0,134$$

$$X_{22+21} = X_{22} + X_{21} = 0,6 + 0,134 = 0,734$$

$$X_{201} = \frac{X_{22+21} \cdot X_{10}}{X_{22+21} + X_{10}} = \frac{0,734 \cdot 0,321}{0,734 + 0,321} = 0,223$$

$$X_{202} = X_{201} + X_5 = 0,223 + 0,0063 = 0,2293$$

$$X = \frac{X_{18} \cdot X_{202}}{X_{18} + X_{202}} = \frac{0,1965 \cdot 0,2293}{0,1965 + 0,2293} = 0,106$$

b)- Calcul des coefficients de répartition

$$C_{18} = \frac{C_{203} \cdot X_{203}}{X_{18}} = \frac{1 \cdot 0,106}{0,1965} = 0,539$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \frac{C_{18}}{2} = 0,2697$$

$$C_{202} = C_5 = C_{201}$$

$$C_{202} = \frac{C_{203} \cdot X_{203}}{X_{202}} = \frac{0,106 \cdot 1}{0,229} = 0,462$$

$$C_{200} = \frac{C_{201} \cdot X_{201}}{X_{200}} = 0,462 \cdot \frac{0,223}{0,734} = 0,14$$

$$C_{10} = \frac{C_{201} \cdot X_{201}}{X_{10}} = \frac{0,462 \cdot 0,223}{0,321} = 0,321$$

$$C_{200} = C_{21} = C_{22} = 0,14$$

$$C_6 = \frac{C_{22} \cdot X_{22}}{X_6} = \frac{0,14 \cdot 0,6}{1,2} = 0,07$$

$$C_6 = C_8 = 0,07$$

$$C_7 = \frac{C_{21} \cdot X_{21}}{X_7} = \frac{0,14 \cdot 0,134}{0,31} = 0,061$$

$$C_9 = \frac{C_{21} \cdot X_{21}}{X_9} = \frac{0,14 \cdot 0,134}{0,236} = 0,079$$

Vérification

$$C_1 + C_2 + C_5 = 0,2697 + 0,2697 + 0,462 = 1,001 \quad I$$

c)- Détermination des réactances de calcul

C. 1 Générateurs d'Alger-Port

$$X_{c3} = X_{c1} = \frac{X_{c203} \cdot S_n}{C1 \cdot 100} = \frac{0,5213 \cdot 75}{0,2697 \cdot 100} = 1,449$$

C. 2 Générateurs d'El-Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{X_{c203} \cdot S_n}{C6 \cdot 100} = \frac{0,5213 \cdot 23}{0,0702 \cdot 100} = 1,708$$

C. 3 Système énergétique

$$X_{cs} = \frac{X_{203}}{C_s} = \frac{0,5213}{0,321} = 1,624$$

d) Courants de court-circuit

Les courbes de calcul donnent :

d. 1 Alger Port

$$X_{c3} = X_{c1} = 1,449 \text{ pour } t = 0 \text{sec. } I_{pcctr} = 0,73$$

$$t = 0,1 \text{s } I_{pcctr} = 0,71$$

$$t = 0 \text{ } I_{pcctr} = 0,83$$

- Calculons les courants nominaux des générateurs d'Alger-Port

$$I_{ng1} = I_{ng3} = \frac{75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,3} = 4,208 \text{ KA}$$

- Les courants de court-circuit des générateurs seront

$$I_{ccg1} = I_{ccg3} = I_{ng1} \cdot I_{pcctr}$$

$$\text{Pour } t=0 \text{s } I_{ccg1} = I_{ccg3} = 4,208 \cdot 0,73 = 3,07 \text{ KA}$$

$$t=0,1 \text{s } I_{ccg1} = I_{ccg3} = 4,208 \cdot 0,71 = 2,99 \text{ KA}$$

$$t=0 \text{ } I_{ccg1} = I_{ccg3} = 4,208 \cdot 0,83 = 3,49 \text{ KA}$$

d. 2 Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = 1,708 \text{ pour } t=0 \text{s } I_{pcctr} = 0,63$$

$$\text{pour } t=0,1 \text{s } I_{pcctr} = 0,6$$

$$\text{pour } t=0 \text{ } I_{pcctr} = 0,7$$

Calculons les courants ~~nominaux~~ des générateurs du Hamma.

$$I_{gn6} = I_{gn8} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{23 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 10,3} = 1,29 \text{ KA}$$

Les courants de court-circuit seront

$$I_{ccg6} = I_{ccg8} = I_{pcctr} \cdot I_{ng6}$$

$$t = 0s \quad I_{ccg6} = I_{ccg8} = 0,63 \cdot 1,29 = 0,81 \text{ KA}$$

$$t = 0,1s \quad I_{ccg6} = I_{ccg8} = 0,6 \cdot 1,29 = 0,774 \text{ KA}$$

$$t = 0o \quad I_{ccg6} = I_{ccg8} = 0,7 \cdot 1,29 = 0,9 \text{ KA}$$

d 3) Systeme énerdetique

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,6I}{1,624} = 3,45 \text{ KA} \quad (\text{côté } 10 \text{ KV})$$

d 4) Courant total de court-circuit

$$I_{cct} = 2(I_{ccg1} + I_{ccg6}) + I_{ccs}$$

$$t = 0s \quad I_{cct} = 2(3,07 + 0,81) + 3,45 = 11 \text{ KA}$$

$$t = 0,1s \quad I_{cct} = 2(2,99 + 0,774) + 3,45 = 10,97 \text{ KA}$$

$$t = 0o \quad I_{cct} = 2(3,49 + 0,9) + 3,45 = 12,23 \text{ KA}$$

Remarque :

Après le jeu de barres de 10 KV d'Alger-Port, le schéma de distribution est radial, aussi les coefficients de distribution trouvés pour le cas du court-circuit à Port II seront conservés.

Etant donné la simplicité et la répétition des calculs, ces derniers ont été rassemblés dans le tableau 1

On rappelle les coefficients de distribution relatifs aux sources :

1) Alger-Port

$$C1 = C3 = 0,2697$$

2) Hamma

$$C6 = C8 = 0,0702$$

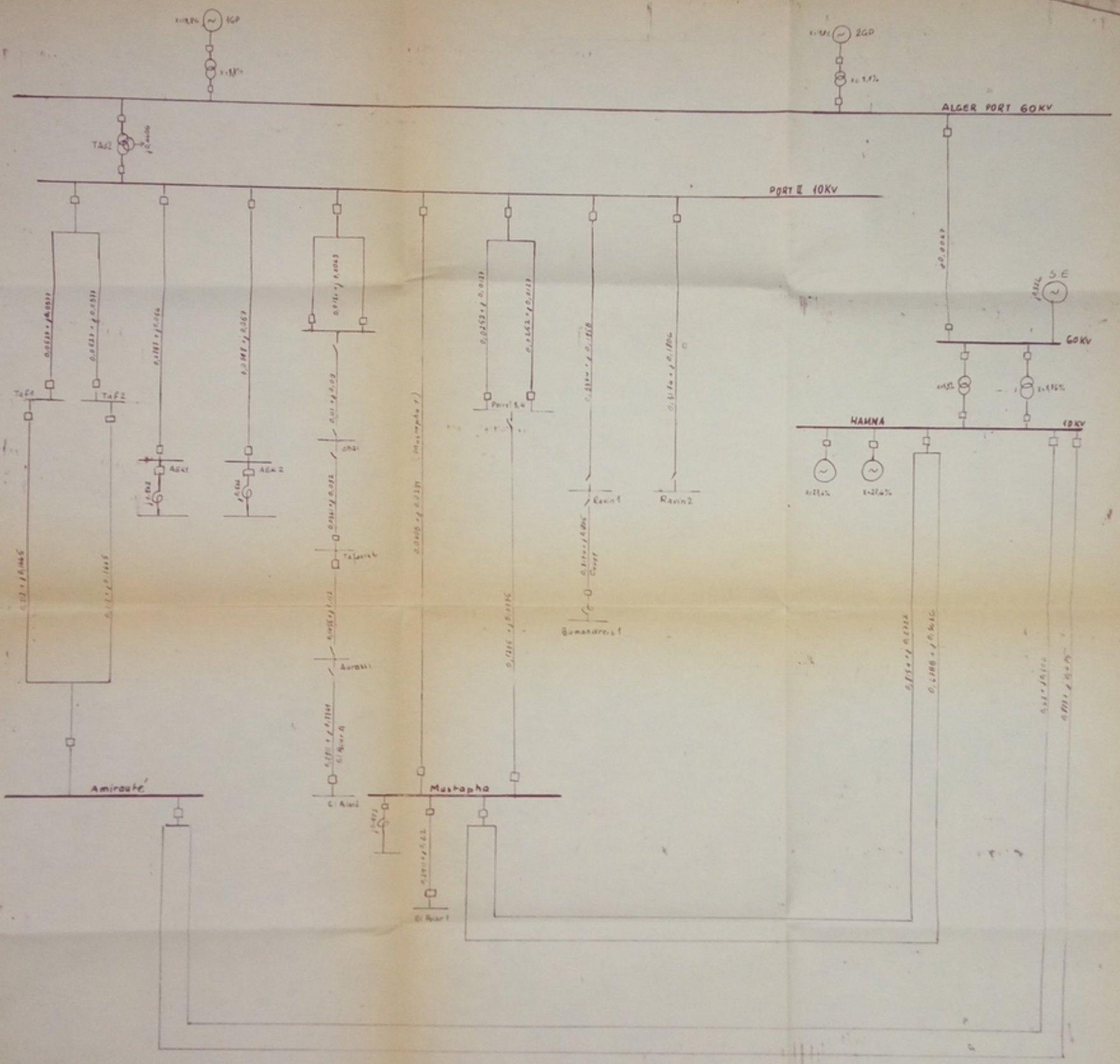
3) Systeme énergetique

$$Cs = C1o = 0,321$$

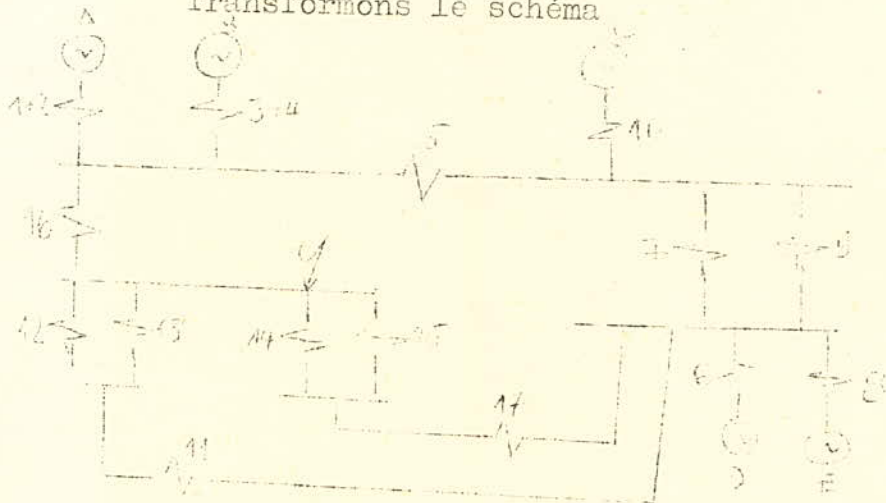
PA 003/25
 A.V.P. 16

VARIANTE II

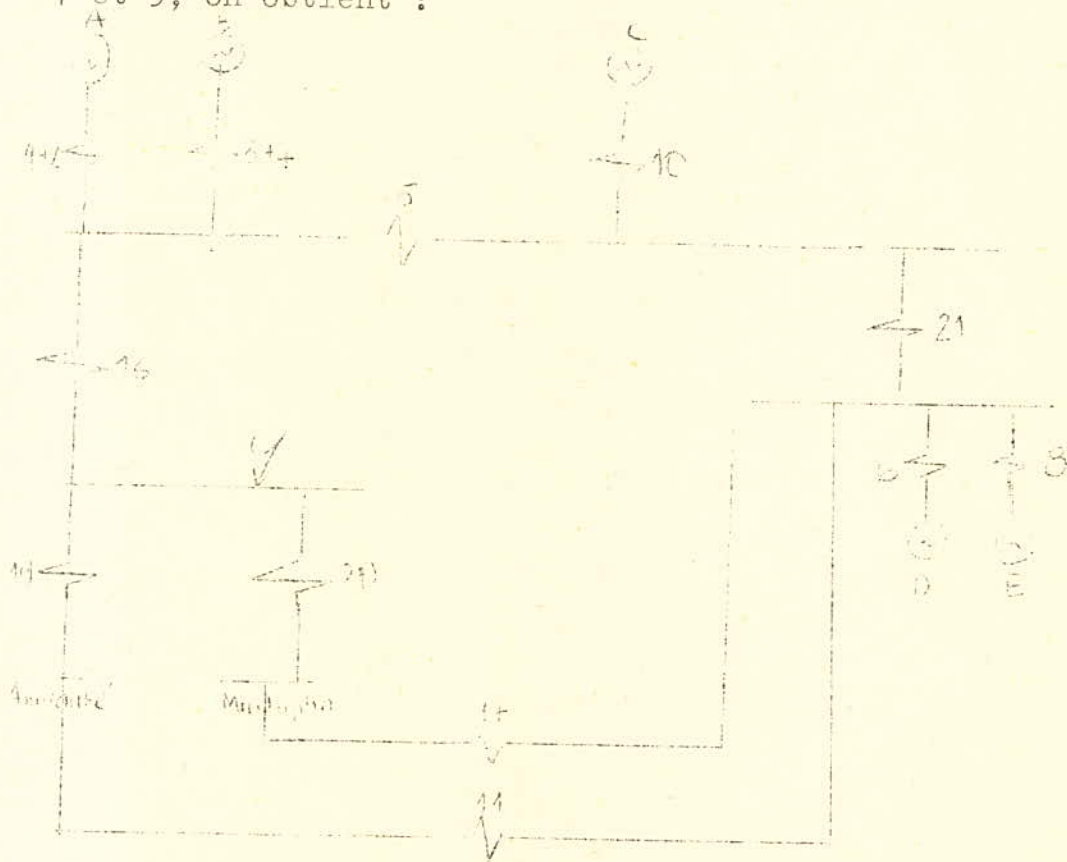
151



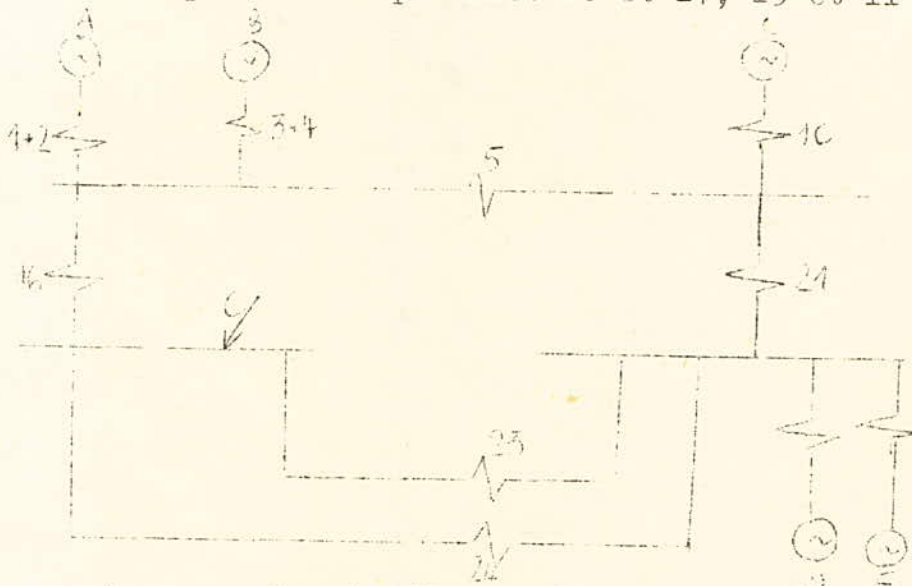
Transformons le schéma



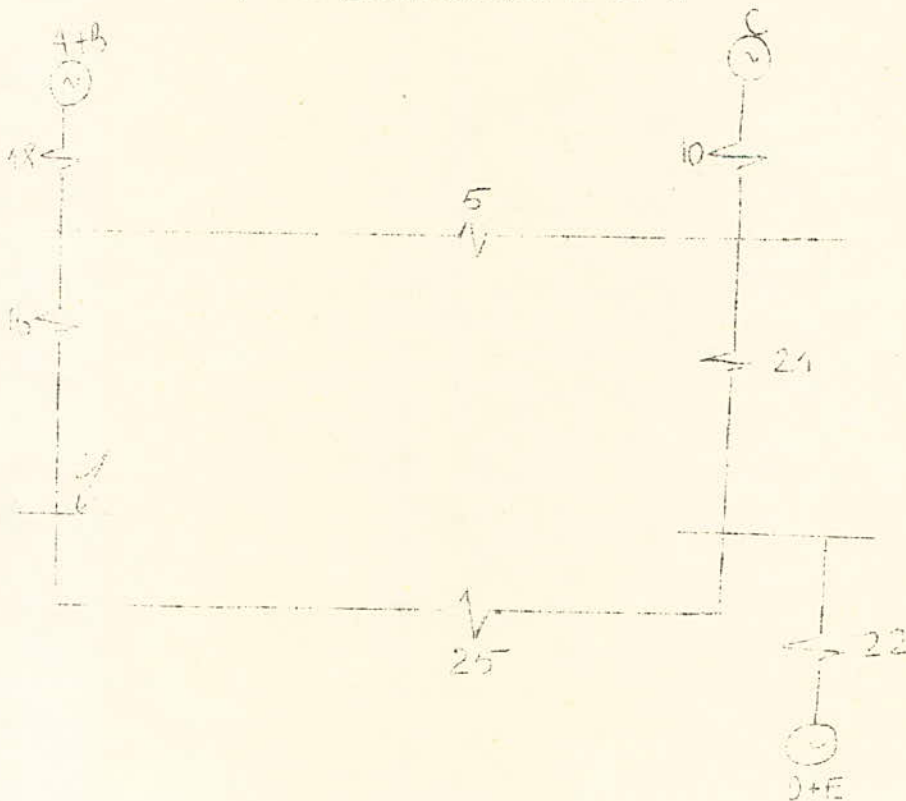
En groupant les impédances I2 et I3, I4 et I5 7 et 9, on obtient :



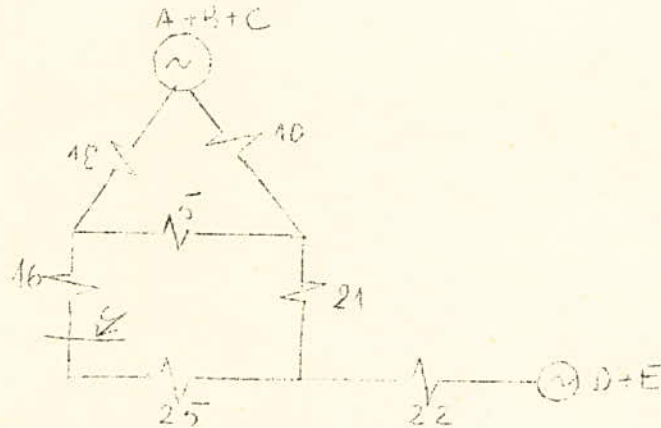
Groupons les impédances 20 et I7, 19 et II



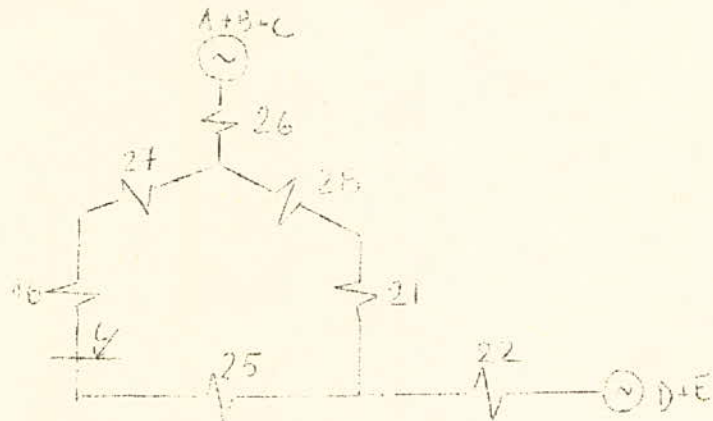
Groupons les impédances 23 et 24, les générateurs A et B, les générateurs D et E



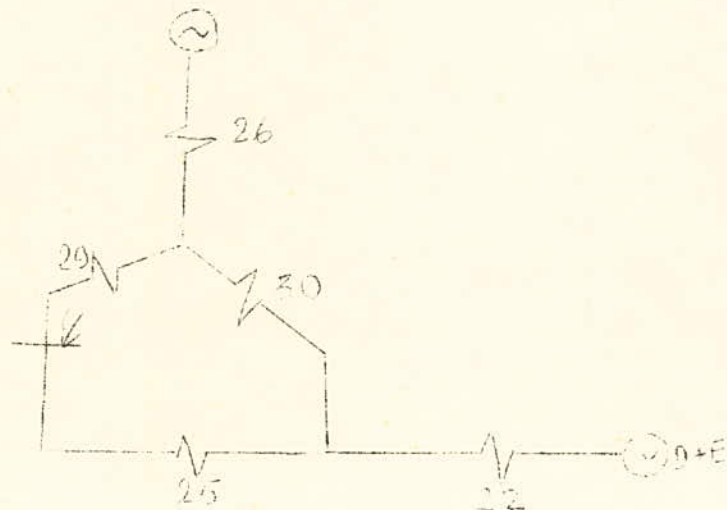
Groupons les 3 générateurs A, B et C



Transformons le triangle (18, 5, 10) en étoile

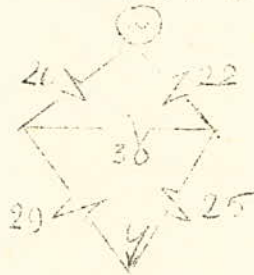


Groupons les impédances 16 et 27, 28 et 21



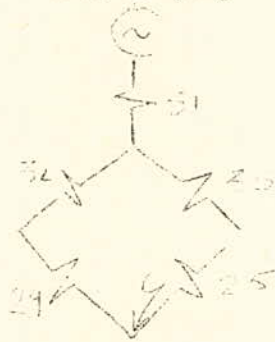
Groupons les générateurs A, B, C, D, E

$$A+B+C+D+E$$



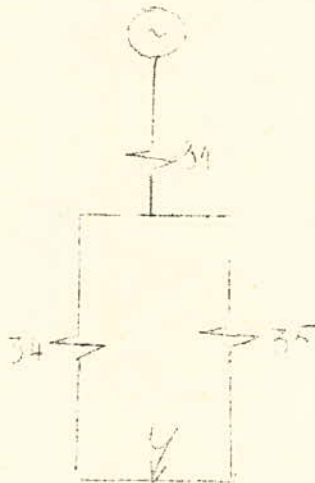
Transformons le triangle(26, 30, 22) en étoile

$$A+B+C+D+E$$



Groupons les impédances 32 et 29, 33 et 25

$$A+B+C+D+E$$



En regroupant finalement 34 et 35, puis 31 et 36



b) Calcul des impédances

Toutes les valeurs seront données en grandeurs réduites

$$\begin{aligned}
 X_{18} &= 0,1965 & X_{10} &= 0,321 & X_5 &= 0,0063 \\
 X_{16} &= 0,4406 & X_{12} &= X_{13} &= 0,311 & X_{11} &= 0,377 \\
 X_{22} &= 0,6 & X_{21} &= 0,134 & X_{20} &= 0,385 \\
 X_{19} &= 0,1555 & X_{14} &= 0,0461 & X_{15} &= 0,158 \\
 X_{17} &= 0,4382 & X_{23} &= X_{20} + X_{17} &= 0,0385 + 0,311 &= 0,349 \\
 X_{24} &= X_{19} + X_{11} &= 0,532 \\
 X_{25} &= \frac{X_{23} + X_{24}}{X_{23} + X_{24}} = \frac{0,349 + 0,532}{0,349 + 0,532} = 0,211 \\
 X_{26} &= \frac{X_{18} \cdot X_{10}}{X_{18} + X_{10} + X_5} = \frac{0,1965 \cdot 0,321}{0,1965 + 0,321 + 0,0063} = 0,12 \\
 X_{27} &= \frac{X_{18} \cdot X_5}{X_{18} + X_{10} + X_5} = \frac{0,1965 \cdot 0,006}{0,524} = 0,0022 \\
 X_{28} &= \frac{X_{10} \cdot X_5}{X_{10} + X_5 + X_{13}} = \frac{0,0019}{0,524} = 0,0036 \\
 X_{29} &= X_{27} + X_{16} = 0,0022 + 0,4406 = 0,4428 \\
 X_{30} &= X_{28} + X_{21} = 0,0036 + 0,134 = 0,137 \\
 X_{31} &= \frac{X_{26} \cdot X_{22}}{X_{26} + X_{22} + X_{30}} = 0,084 \\
 X_{32} &= \frac{X_{26} \cdot X_{30}}{X_{26} + X_{22} + X_{30}} = \frac{0,0165}{0,858} = 0,04 \\
 X_{33} &= \frac{X_{22} + X_{30}}{X_{26} + X_{22} + X_{30}} = 0,096 \\
 X_{34} &= X_{29} + X_{32} = 0,4428 + 0,0193 = 0,462 \\
 X_{35} &= X_{33} + X_{25} = 0,096 + 0,211 = 0,307 \\
 X_{36} &= \frac{X_{34} \cdot X_{35}}{X_{34} + X_{35}} = 0,184 \\
 X_{37} &= X_{31} + X_{36} = 0,084 + 0,184 = 0,268
 \end{aligned}$$

c) Calcul des coefficients de distribution

$$C_{37} = C_{36} = C_{31} = 1$$

Les impédances X_{34} et X_{35} étant en parallèle, on aura

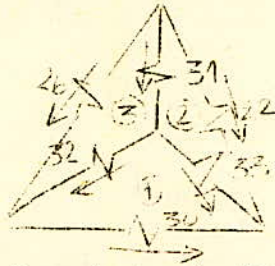
$$C_{34} = \frac{C_{36} X_{36}}{X_{34}} = \frac{1 \cdot 0,184}{0,462} = 0,399$$

$$C_{35} = \frac{C_{36} X_{36}}{X_{35}} = \frac{1 \cdot 0,184}{0,307} = 0,6$$

$$C_{29} = C_{32} = C_{34} = 0,399$$

$$C_{33} = C_{25} = C_{35} = 0,6$$

- Coefficients de distribution des branches du triangle (22, 26, 30)



En appliquant les lois de Kirchoff aux 3 mailles 1,2,3

$$C_{30} = \frac{C_{33} X_{33} - C_{32} X_{32}}{X_{30}} = \frac{0,6 \cdot 0,096 - 0,399 \cdot 0,019}{0,137} = 0,3620 \quad (1)$$

$$C_{22} = \frac{C_{33} X_{33} + C_{31} X_{31}}{0,6} = \frac{0,6 \cdot 0,096 + 1 \cdot 0,084}{0,6} = 0,236 \quad (2)$$

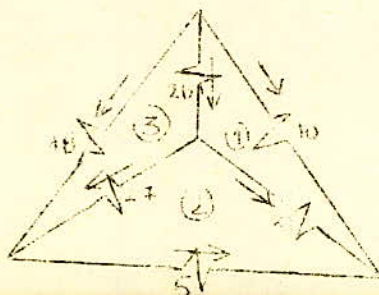
$$C_{26} = \frac{C_{31} \cdot X_{31} + C_{32} \cdot X_{32}}{X_{26}} = 0,7616$$

$$C_{16} = C_{27} = C_{29} = 0,399$$

$$C_{28} = C_{21} = C_{30} = 0,3626$$

Les réactances I_6, I_7, I_9 étant en série, de même que $28, 31, 30$.

- Coefficients de distribution des branches du triangle (5, 10, 18)



En appliquant la loi de Kirchoff, au mailles 1,2,3, on obtient

$$C_{10} = \frac{C_{28} \times 28 + C_{26} \times 26}{X_{10}} = \frac{0,362 \cdot 0,0036 + 0,7616 \cdot 0,12}{0,321} = 0,2897 \quad (1)$$

$$C_5 = \frac{C_{28} \times 28 - C_{27} \times 27}{X_{15}} = \frac{0,0013 - 0,399 \cdot 0,0022}{0,0063} = 0,068 \quad (2)$$

$$C_{18} = \frac{C_{26} \times 26 + C_{27} \times 27}{X_{18}} = \frac{0,0917 + 0,00087}{0,1965} = 0,471 \quad (3)$$

- Les branches 23 et 24 étant en parallèle, on aura

$$C_{23} = \frac{C_{25} \times 25}{X_{23}} = \frac{0,6 \cdot 0,211}{0,3495} = 0,362$$

$$C_{24} = \frac{C_{25} \times 25}{X_{24}} = \frac{0,6 \cdot 0,211}{0,5325} = 0,2377$$

Les branches 20,17,23 étant en série, ainsi que les branches 11, 19, 24, on obtient :

$$C_{20} = C_{17} = C_{23} = 0,362$$

$$C_{11} = C_{19} = C_{24} = 0,2377$$

Les branches 14 et 15 étant en parallèle on a

$$C_{14} = \frac{C_{20} \cdot X_{20}}{X_{14}} = \frac{0,3622 \cdot 0,0385}{0,0461} = 0,302$$

$$C_{15} = \frac{C_{30} \cdot X_{20}}{X_{15}} = \frac{0,362 \cdot 0,0385}{0,1583} = 0,088$$

Les branches 12 et 13 sont en parallèle

$$C_{12} = C_{13} = \frac{C_{19}}{2} = \frac{0,2377}{2} = 0,1188$$

Participation des générateurs d'Alger-Port

$$C_1 + 2 = C_3 + 4 = \frac{C_{18}}{2} = \frac{0,471}{2} = 0,235$$

$$C_1 = C_2 + C_3 = C_4 = 0,235$$

Participation des alternateurs du Hamma

$$C_6 = C_8 = \frac{C_{22}}{2} = \frac{0,236}{2} = 0,118$$

Vérification

La somme des coefficients relatifs aux branches génératrices doit être égale à 1

$$C_{18} + C_{10} + C_{22} = 0,4711 + 0,2897 + 0,236 = 0,9968 \quad 1$$

Le défaut est dû aux erreurs de calcul.

d) Calcul des réactances de calcul

Formules

Générateurs

$$X_{ci} = X_{ci} \cdot \frac{S_{ni}}{S_b}$$

Systeme énergétique

$$\frac{X_{es} = X}{C_s}$$

X en valeur réduite

1) - Générateurs Alger-Port

$$X_{ci} = X_{c3} = \frac{0,2684 \cdot 75}{0,2355 \cdot 100} = 0,855$$

D'après les abaques $I_{pectr_1} = f(X_c)$ on trouve

$$\text{Pour } t = 0s \quad I_{pectr_1} = 1,3$$

$$t = 0,1s \quad I_{pectr_1} = 1,23$$

Ce qui donne les courants des générateurs

$$I_{cc_1} = I_{cc_3} = 1,3 \cdot 4,2 = 5,47 \text{ KA}$$

$$I_{cc_1} = I_{cc_3} = I_{pectr} \cdot I_{n_1}$$

$$t = 0s \quad I_{cc_1} = 1,3 \cdot 4,2 = 5,47 \text{ KA}$$

$$t = 0,1s \quad I_{cc_1} = 1,23 \cdot 4,2 = 5,18 \text{ KA.}$$

2) - Générateurs du Hamma

$$X_{c6} = X_c = \frac{0,2684 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 0,523$$

Les abaques $I_{pectr} = f(X_c)$ donnent pour

$$t = 0s \quad I_{pectr_6} = I_{pectr_8} = 2,19$$

$$t = 0,1s \quad I_{pectr_6} = I_{pectr_8} = 1,9$$

d'où $I_{cc6} = I_{cc8} = I_{n6}$. $I_{ctr6} = 1,29 \cdot 2,19 = 2,825 \text{ KA}$
pour $t = 0s$

$$I_{cc6} = I_{cc8} = 1,29 \cdot 1,9 = 2,45 \text{ KA pour } t = 0,1s.$$

3) - Systeme énergétique.

$$X_{cs} = \frac{0,2684}{0,2897} = 0,9265$$

Le courant du système énergétique est donné par la formule.

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} \quad \text{quelque soit } t$$

$$I_{ccs} = \frac{5,61}{0,9265} = 6,055$$

4) - Courant de Court-Circuit total

$$I_{cct} = I_{ccg_1} + I_{ccg_3} + I_{ccg_6} + I_{ccg_8} + I_{ccs}$$

$$= 2(I_{ccg_1} + I_{ccg_6}) + I_{ccs}$$

Pour $t = 0s$

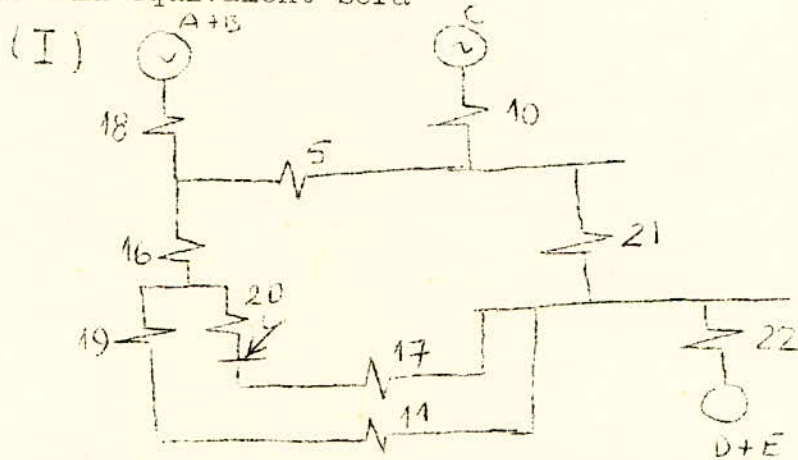
$$I_{cct} = 2(5,47 + 2,825) + 6,055 = 22,64 \text{ KA}$$

Pour $t = 0,1s$

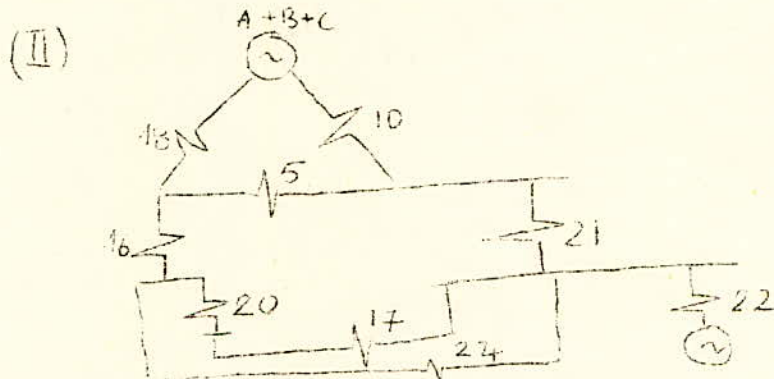
$$I_{cct} = 2(5,18 + 2,45) + 6,055 = 21,31 \text{ KA.}$$

2ème Court-Circuit à Mustapha - Jeu de barre principal

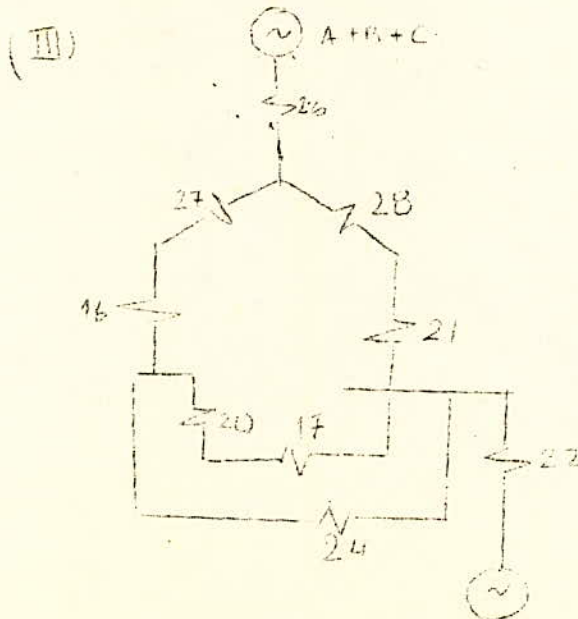
Le schéma équivalent sera



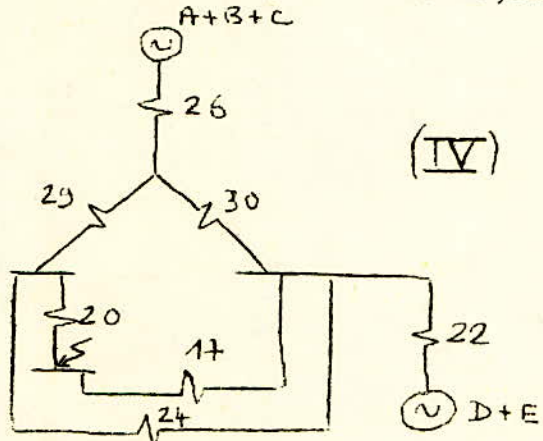
En regroupant les générateurs A,B,C d'une part et les impédances 19,II de l'autre



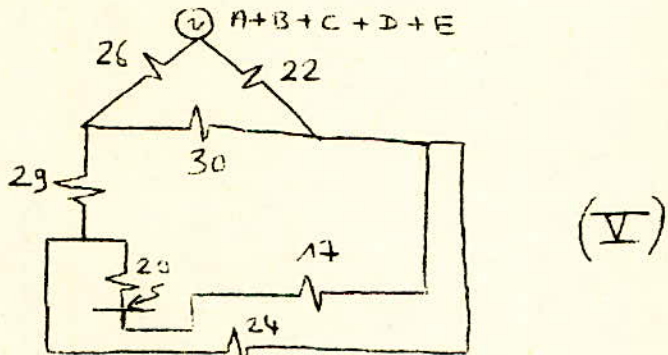
Transformation du triangle 5,10,18 en étoile



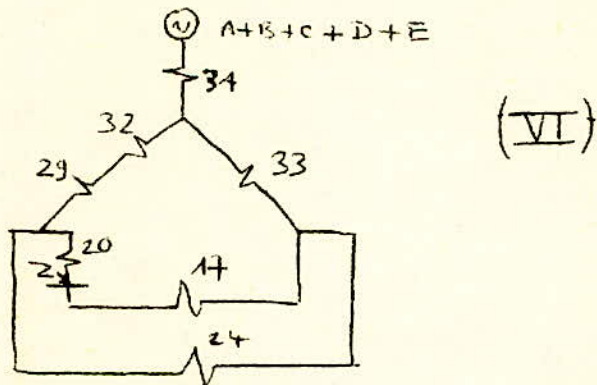
- Regroupement des impédances 27, I6 et de 28, 2I



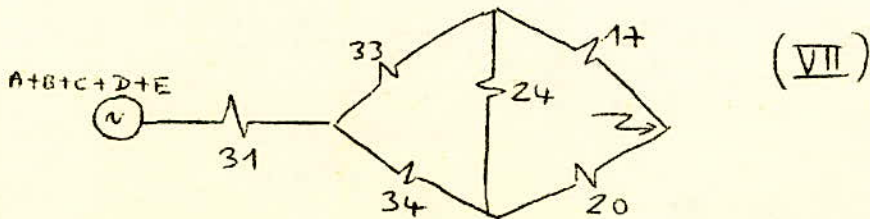
- Regroupement des générateurs A, B, C, D, E



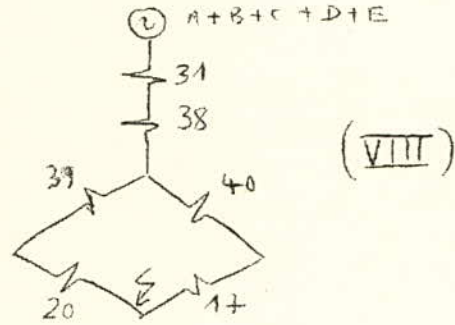
- Transformation du triangle 26, 30, 22 en étoile



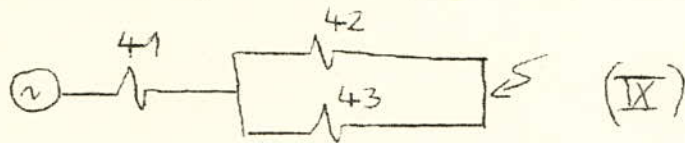
- Regroupement des impédances 32 et 29



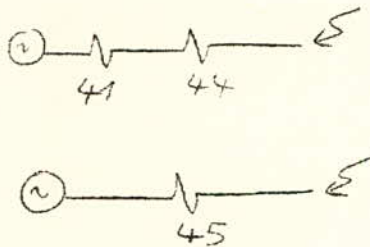
- Transformation du triangle 24,34,33 en étoile



- Regroupement des impédances 39,20 et 40,17



- Regroupement de 42 et 43



a) Calcul des réactances

$$\begin{aligned}
 X_{38} &= \frac{X_{33} \cdot X_{34}}{X_{33} + X_{34} + X_{24}} = \frac{0,096 \cdot 0,4621}{0,096 + 0,4621 + 0,5325} = \frac{0,044}{1,09} = 0,0407 \\
 X_{39} &= \frac{X_{34} \cdot X_{24}}{X_{33} + X_{34} + X_{24}} = \frac{0,4621 \cdot 0,5335}{1,09} = 0,225 \\
 X_{40} &= \frac{X_{24} \cdot X_{33}}{X_{33} + X_{34} + X_{24}} = \frac{0,5325 \cdot 0,096}{1,09} = 0,047 \\
 X_{41} &= X_{31} + X_{38} = 0,084 + 0,0407 = 0,1247 \\
 X_{42} &= X_{39} + X_{20} = 0,225 + 0,0385 = 0,2635 \\
 X_{43} &= X_{40} + X_{17} = 0,047 + 0,4382 = 0,4852 \\
 X_{44} &= \frac{X_{42} \cdot X_{43}}{X_{42} + X_{43}} = \frac{0,2635 \cdot 0,4852}{0,2635 + 0,4852} = 0,1707 \\
 X_{45} &= X_{41} + X_{44} = 0,1247 + 0,1707 = 0,295
 \end{aligned}$$

b) Calcul des coefficients de distribution

$$\begin{aligned}
 C_{45} &= C_{44} = C_{41} = 1 \\
 C_{42} &= \frac{C_{44} \cdot X_{44}}{X_{42}} = 1 \cdot \frac{0,1707}{0,2635} = 0,6478 \\
 C_{43} &= \frac{C_{44} \cdot X_{44}}{X_{43}} = 1 \cdot \frac{0,1707}{0,4852} = 0,3518 \\
 C_{40} &= C_{17} = C_{43} = 0,3518 \\
 C_{38} &= C_{31} = C_{41} = 1 \\
 C_{39} &= C_{20} = C_{42} = 0,6478
 \end{aligned}$$

- Détermination de C_{34} , C_{24} , C_{33}

$$\begin{aligned}
 (1) \quad C_{24} &= \frac{C_{40} \cdot X_{40} - C_{39} \cdot X_{39}}{X_{24}} = \frac{0,3518 \cdot 0,0476 - 0,6478 \cdot 0,5325}{0,5325} = \\
 &= \frac{0,0165 - 0,3451}{0,5325} \\
 C_{24} &= 0,2426
 \end{aligned}$$

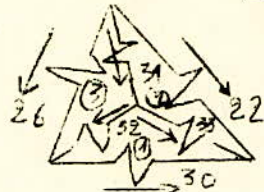
Le courant dans la branche 24 doit être inversé.

$$(2) C_{33} = C_{38} \cdot X_{38} + C_{40} \cdot X_{40} = \frac{1 \cdot 0,0407 + 0,3518 \cdot 0,047}{0,096} = \frac{0,0407 + 0,0165}{0,096} = 0,5962$$

$$(3) C_{34} = \frac{C_{38} \cdot X_{38} + C_{39} \cdot X_{39}}{X_{34}} = \frac{0,0407 + 0,1457}{0,4621} = 0,4033$$

$$C_{29} = C_{32} = C_{34} = 0,4033$$

Détermination de C_{22} , C_{26} , C_{30}



$$(1) C_{30} = \frac{C_{33} \cdot X_{33} - C_{32} \cdot X_{32}}{X_{30}} = \frac{0,5962 \cdot 0,096 - 0,4033 \cdot 0,0193}{0,1376} = \frac{0,057 - 0,00778}{0,1376} = 0,3577$$

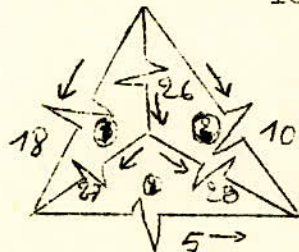
$$(2) C_{22} = \frac{C_{31} \cdot X_{31} + C_{33} \cdot X_{33}}{X_{22}} = \frac{1,0084 + 0,057}{0,6} = 0,235$$

$$(3) C_{26} = \frac{C_{32} \cdot X_{32} + C_{31} \cdot X_{31}}{X_{26}} = \frac{0,00778 + 0,084}{0,1204} = 0,762$$

$$C_{16} = C_{27} = C_{29} = 0,4033$$

$$C_{28} = C_{21} = C_{30} = 0,3577$$

Détermination de C_{18} , C_{10} , C_5



$$(1) C_{18} = \frac{C_{27} \cdot X_{27} + C_{26} \cdot X_{26}}{X_{18}} = \frac{0,4033 \cdot 0,0022 + 0,762 \cdot 0,1204}{0,1965} = \frac{0,0088 + 0,0917}{0,1965} = 0,4713$$

$$(2) C_5 = \frac{C_{28} X_{28} - C_{27} W_{27}}{X_5} = \frac{0,5577 \cdot 0,0036 - 0,00088}{0,0063} = 0,0647$$

$$(3) C_{I0} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{28} X_{28}}{X_{I0}} = \frac{0,0917 + 0,00128}{0,321} = 0,2896$$

Vérification

$$C_{I0} + C_{22} + C_{I8} = 0,2896 + 0,235 + 0,4713 = 0,996$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \frac{C_{I8}}{2} = \frac{0,4713}{2} = 0,2356$$

$$C_6 = C_8 = \frac{C_{22}}{2} = \frac{0,235}{2} = 0,1175$$

$$C_{I4} = \frac{C_{20} X_{20}}{X_{I4}} = \frac{0,6478 \cdot 0,0385}{0,0461} = 0,541$$

$$C_{I5} = \frac{C_{20} X_{20}}{X_{I5}} = \frac{0,6478 \cdot 0,0385}{0,1583} = 0,1575$$

c) Détermination des réactances de calcul et du courant de court-circuit

I°) Générateurs Alger-Port

$$X_{ci} = X_{c3} = \frac{0,295 \cdot 75}{0,2356 \cdot 100} = 0,94$$

Les abaques des courants périodiques réduits donnent pour

$$t = 0s \quad I_{pcctr} = 1,19$$

$$t = 0,1s \quad I_{pcctr} = 1,12$$

Les courants donnés par les générateurs sont

$$t = 0s = I_{cc1} = I_{cc3} = 1,19 \cdot 4,21 = 5,01$$

$$t = 0,1s \quad I_{cc1} = I_{cc3} = 1,12 \cdot 4,21 = 4,71$$

2°) Générateurs du Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,295 \cdot 23}{0,1175 \cdot 100} = 0,58$$

$$\begin{array}{l} t = 0s \quad I_{pcctr} = 1,92 \quad I_{ccg6} = I_{ccg8} = 1,92 \cdot 1,29 = 2,48 \\ t = 0,1s \quad I_{pcctr} = 1,75 \quad I_{ccg6} = I_{ccg8} = 1,75 \cdot 1,29 = 2,26 \end{array}$$

3°) Système énergétique

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,295}{0,2896} = 1,02$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{1,02} = 5,51$$

4°) Courant de court-circuit total

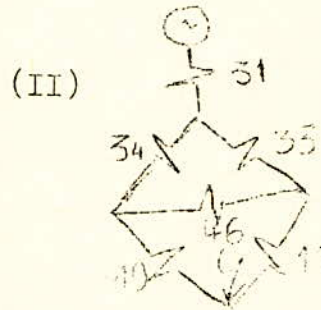
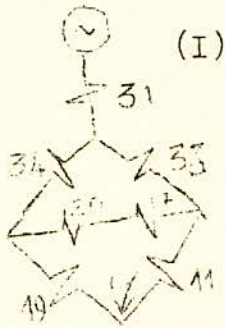
$$I_{cct} = 2 (I_{ccg1} + I_{ccg6}) + I_{ccs}$$

$$t = 0s \quad I_{cct} = 2 (5,01 + 2,48) + 5,51 = 20,48 \text{ KA}$$

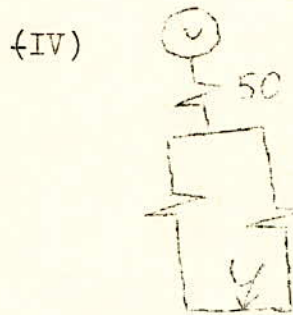
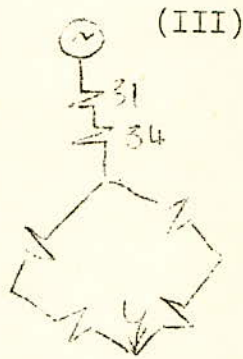
$$t = 0,1s \quad I_{cct} = 2 (4,71 + 2,26) + 5,51 = 19,45 \text{ KA}$$

3°) Court-Circuit à Amiraute
Jeu de barre principal

Le schéma équivalent étant symétrique à celui du cas précédent (court-circuit à Justapha) on aboutit à :

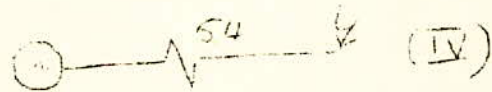


(II) Groupement des réactances 20 & I7



(III) Transformation du triangle 33,34,36 en étoile

(IV) Groupement des impédances 31,47 - 48,49 - 49,11



(V) Groupement des impédances 51,52

(VI) Groupement des impédances 50,53

a) Calcul des réactances

Transformation du triangle (33,34,46) en étoile

$$X_{47} = \frac{X_{33} \cdot X_{34}}{X_{33} + X_{34} + X_{46}} = \frac{0,096 \cdot 0,4621}{0,096 + 0,4621 + 0,3495} = \frac{0,0443}{0,9076} = 0,0488$$

$$X_{48} = \frac{X_{34} \cdot X_{46}}{X_{33} + X_{34} + X_{46}} = \frac{0,4621 \cdot 0,3495}{0,9076} = 0,178$$

$$X_{49} = \frac{X_{33} \cdot X_{46}}{X_{33} + X_{34} + X_{46}} = \frac{0,096 \cdot 0,3495}{0,9076} = 0,037$$

$$X_{50} = X_{31} + X_{47} = 0,084 + 0,0488 = 0,133$$

$$X_{51} = X_{48} + X_{19} = 0,178 + 0,1555 = 0,3335$$

$$X_{52} = X_{49} + X_{11} = 0,037 + 0,377 = 0,414$$

$$X_{53} = \frac{X_{51} \cdot X_{52}}{X_{51} + X_{52}} = \frac{0,3335 \cdot 0,414}{0,3335 + 0,414} = 0,185$$

$$X_{54} = X_{50} + X_{53} = 0,133 + 0,185 = 0,318$$

h) Calcul des coefficients de répartition

$$C_{53} = C_{50} = C_{47} = C_{31} = 1$$

$$C_{52} = \frac{C_{53} \cdot X_{53}}{X_{52}} = \frac{1 \cdot 0,185}{0,414} = 0,4468$$

$$C_{51} = \frac{C_{53} \cdot X_{53}}{X_{51}} = \frac{1 \cdot 0,185}{0,3335} = 0,5547$$

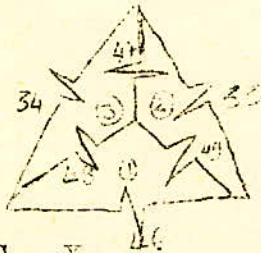
Les branches 11,49,52 étant en série, ainsi que 48,19,51, on a :

$$C_{11} = C_{49} = C_{52} = 0,4468$$

$$C_{48} = C_{19} = C_{51} = 0,5547$$

Détermination des coefficients relatifs aux branches 33,34,46

Loi de Kirchoff relative aux mailles



$$(1) \quad C_{46} = \frac{C_{49} X_{49} - C_{48} X_{48}}{X_{46}} = \frac{0,4468 \cdot 0,157 - 0,5547 \cdot 0,178}{0,3495}$$

$$= \frac{0,165 - 0,0987}{0,3495}$$

$$\theta_{46} = \frac{0,0822}{0,3495} = 0,235$$

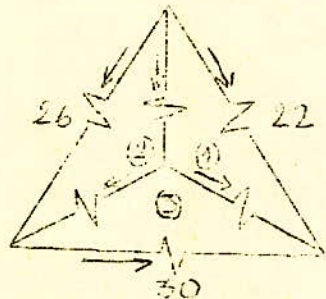
$$(2) \quad C_{33} = \frac{C_{47} X_{47} + C_{49} \cdot X_{49}}{X_{33}} = \frac{1 \cdot 0,0488 + 0,0165}{0,096} = 0,680$$

$$(3) \quad C_{34} = \frac{C_{47} X_{47} + C_{48} \cdot X_{48}}{X_{34}} = \frac{0,0488 + 0,0987}{0,4621} = 0,319$$

$$C_{17} = C_{20} = C_{46} = 0,235$$

$$C_{34} = C_{32} = C_{29} = C_{27} = C_{16} = 0,319$$

Détermination des coefficients relatifs aux branches (22,26,30) - On appliquera la loi de Kirchoff relative aux mailles -



$$(1) \quad C_{22} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{33} X_{33}}{X_{22}} = \frac{1 \cdot 0,084 + 0,68 \cdot 0,096}{0,6} =$$

$$= \frac{0,084 + 0,065}{0,6} = 0,25$$

$$C_{22} = 0,2488$$

$$(2) C_{26} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{32} X_{32}}{X_{26}} = \frac{0,084 + 0,319 \cdot 0,0193}{0,1204} =$$

$$= \frac{0,084 + 0,00615}{0,1204}$$

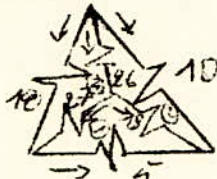
$$C_{26} = 0,7488$$

$$(3) C_{30} = \frac{C_{33} X_{33} - C_{32} \cdot X_{32}}{X_{30}} = \frac{0,065 - 0,00615}{0,1376} = 0,4277$$

Les branches 30, 28, 21 étant en parallèle on a

$$C_{30} = C_{28} = C_{21} = 0,4277$$

Détermination des coefficients relatifs aux branches (5, 10, 18)
Loi de Kirchoff.



$$(1) C_5 = \frac{C_{28} \cdot X_{28} - C_{21} X_{27}}{X_5} = \frac{0,4277 \cdot 0,0036 - 0,319 \cdot 0,0022}{0,0063} =$$

$$= \frac{0,00154 - 0,0007}{0,0063}$$

$$C_5 = 0,133$$

$$(2) C_{10} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{28} X_{28}}{X_{10}} = \frac{0,7488 \cdot 0,1204 + 0,00154}{0,0063} =$$

$$= \frac{0,09 + 0,00154}{0,321}$$

$$C_{10} = 0,285$$

$$(3) C_{18} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{27} \cdot X_{27}}{X_{18}} = \frac{0,09 + 0,0007}{0,1965} = 0,4615$$

Vérification :

$$C_{18} + C_{10} + C_{22} = 0,4615 + 0,285 + 0,2488 = 0,9954$$

$$C_{12} = \frac{C_{19} \cdot X_{19}}{X_{12}} = \frac{0,5547 \cdot 0,1555}{0,311} = 0,277$$

$$C_{13} = C_{12} = 0,277.$$

$$C_{I4} = \frac{C_{20} \cdot X_{20}}{X_{I4}} = \frac{0,235 \cdot 0,0385}{0,0461} = 0,196$$

$$C_{I5} = \frac{C_{20} \cdot X_{20}}{X_{I5}} = \frac{0,235 \cdot 0,0385}{0,1583} = 0,057$$

$$C_7 = \frac{C_{2I} \cdot X_{2I}}{X_7} = \frac{0,4277 \cdot 0,134}{0,31} = 0,184$$

$$C_9 = C_{2I} \cdot X_{2I} = \frac{0,4277 \cdot 0,134}{0,236} = 0,243$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \frac{C_{I8}}{2} = \frac{0,4615}{2} = 0,2307$$

$$C_6 = C_8 = \frac{C_{22}}{2} = \frac{0,2488}{2} = 0,1244$$

C) Calcul des réactances de calcul et du courant de court-circuit

1) Générateurs d'Alger-Port

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,318 \cdot 75}{0,231 \cdot 100} = 1,034$$

Les abaques donnent

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 1,05 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 1,05 = 4,42 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 1 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 1 = 4,2 \text{ KA}$$

2) Générateurs du Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,318 \cdot 23}{0,1244 \cdot 100} = 0,59$$

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 1,88 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 1,88 = 2,43 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 1,7 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 4,21 \cdot 1,7 = 2,19 \text{ KA}$$

3°) Système énergétique

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,318}{0,285} = 1,116$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{1,116} = 5,03$$

4°) - Courant de Court-Circuit total.

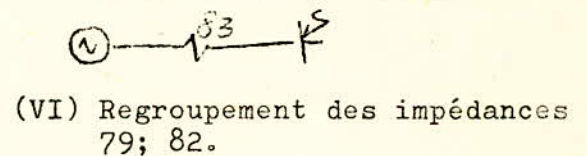
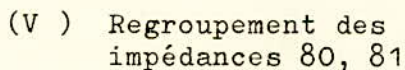
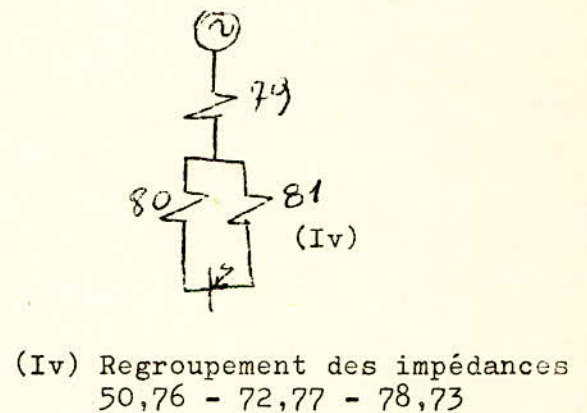
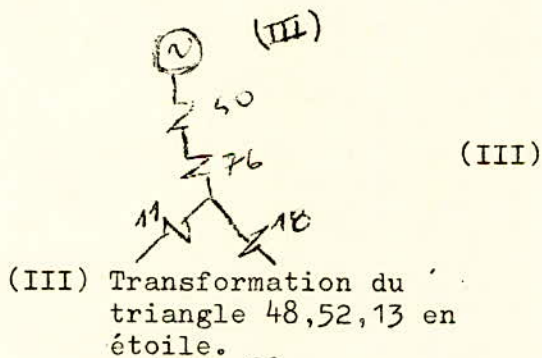
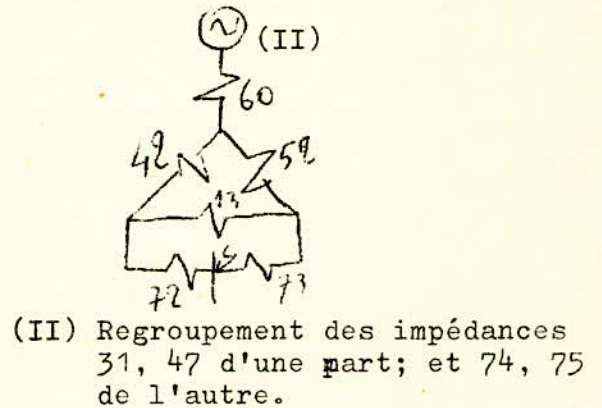
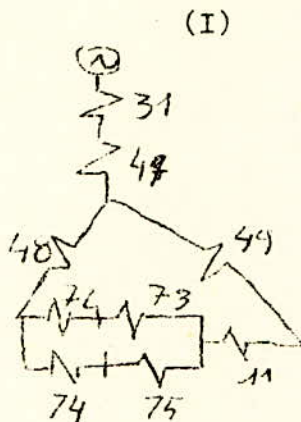
$$I_{cct} = 2 (I_{ccg_1} + I_{ccg_6}) + I_{ccs}$$

$$t = 0 \quad I_{cct} = 2(4,42 + 2,43) + 5,03 = 18,73 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{cct} = 2(4,2 + 2,19) + 5,03 = 17,8 \text{ KA.}$$

4ème) Court-Circuit au poste Tafourah 1042

D'après les transfigurations de schéma du cas 3 (Court-Circuit à Amirauté) on obtient au schéma.



A) Calcul des impédances

$$X_{72} = X_{74} = 0,0647 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,061$$

$$X_{73} = 0,2694 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,254 = X_{75}$$

$$X_{76} = \frac{X_{48} \cdot X_{52}}{X_{48} + X_{52} + X_{13}} = \frac{0,178 \cdot 0,414}{0,178 + 0,414 + 0,311} = 0,0816$$

$$X_{77} = \frac{X_{48} \cdot X_{13}}{X_{48} + X_{52} + X_{13}} = \frac{0,178 \cdot 0,311}{0,903} = 0,0613$$

$$X_{78} = \frac{X_{52} \cdot X_{13}}{X_{48} + X_{52} + X_{13}} = \frac{0,414 \cdot 0,311}{0,903} = 0,143$$

$$X_{79} = X_{50} + X_{76} = 0,133 + 0,0816 = 0,2146$$

$$X_{80} = X_{77} + X_{72} = 0,0613 + 0,061 = 0,122$$

$$X_{81} = X_{78} + X_{73} = 0,143 + 0,254 = 0,397$$

$$X_{82} = \frac{X_{80} \cdot X_{81}}{X_{80} + X_{81}} = \frac{0,112 \cdot 0,397}{0,112 + 0,397} = 0,087$$

$$X_{83} = X_{79} + X_{82} = 0,2146 + 0,087 = 0,3016$$

b) Calcul des coefficients de répartition

$$C_{83} = C_{82} = C_{79} = C_{76} = C_{50} = C_{47} = C_{31} = 1$$

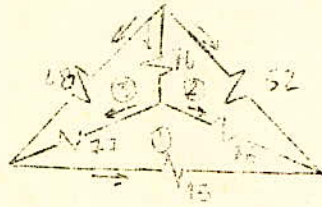
$$C_{81} = \frac{C_{82} \cdot X_{82}}{X_{81}} = \frac{1 \cdot 0,087}{0,397} = 0,219$$

$$C_{80} = \frac{C_{82} \cdot X_{82}}{X_{80}} = \frac{1 \cdot 0,087}{0,122} = 0,7177$$

$$C_{73} = C_{78} = C_{81} = 0,219$$

$$C_{72} = C_{77} = C_{80} = 0,777$$

- Détermination de C_{48} , C_{52} , C_{13}



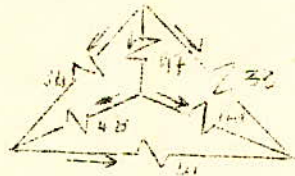
$$(1) C_{13} = \frac{C_{79} X_{78} - C_{77} X_{77}}{X_{13}} = \frac{0,219 \cdot 0,143 - 0,777 \cdot 0,0613}{0,311} = \frac{0,0313 - 0,0476}{0,311} = 0,0524$$

$$(2) C_{52} = \frac{C_{76} X_{76} + C_{78} X_{78}}{X_{62}} = \frac{1 \cdot 0,0816 + 0,0313}{0,414} = 0,2727$$

$$(3) C_{48} = \frac{C_{76} X_{76} + C_{77} X_{77}}{X_{48}} = \frac{0,0816 + 0,0476}{0,178} = 0,726$$

$$C_{49} = C_{11} = C_{52} = 0,2727$$

- Détermination de C_{33} , C_{34} et C_{46}



$$(1) C_{46} = \frac{C_{49} X_{49} - C_{48} X_{48}}{X_{46}} = \frac{0,2727 \cdot 0,037 - 0,726 \cdot 0,178}{0,3495} = \frac{0,01 - 0,129}{0,3495} = -0,3404$$

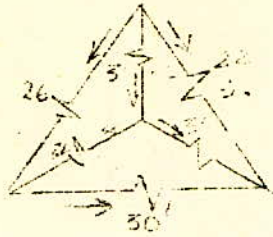
$$(2) C_{33} = \frac{C_{47} X_{47} + C_{49} X_{49}}{X_{33}} = \frac{1 \cdot 0,0488 + 0,2727 \cdot 0,037}{0,096} = \frac{0,0488 + 0,01}{0,096} = 0,612$$

$$(3) C_{34} = \frac{C_{47} X_{47} + C_{48} X_{48}}{X_{34}} = \frac{0,0488 + 0,129}{0,4621} = 0,3847$$

Les branches 34, 32, 29, 27, 16 sont en série d'où

$$C_{34} = C_{32} = C_{29} = C_{27} = C_{16} = 0,3847$$

- Détermination de C_{26} , C_{22} , C_{30}



$$(1) \theta_{30} = \frac{C_{33} X_{33} - C_{32} X_{32}}{X_{30}} = \frac{0,612 \cdot 0,096 - 0,3847 \cdot 0,0193}{0,1376}$$

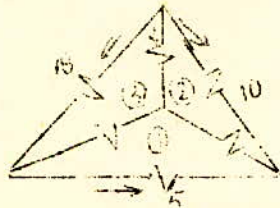
$$C_{30} = \frac{0,0587 - 0,0074}{0,1376} = 0,3728$$

$$(2) C_{22} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{33} X_{33}}{X_{22}} = \frac{1 \cdot 0,084 + 0,0587}{0,6} = 0,2378$$

$$(3) C_{26} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{32} X_{32}}{X_{26}} = \frac{0,084 + 0,0074}{0,1204} = 0,759$$

$$C_{28} = C_{21} = C_{30} = 0,3728$$

- Détermination de C_{18} , C_{10} , C_5



$$(1) \theta_5 = \frac{C_{28} X_{28} - C_{27} X_{27}}{X_5} = \frac{0,3728 \cdot 0,0036 - 0,3847 \cdot 0,0022}{0,0063}$$

$$= \frac{0,00134 - 0,00084}{0,0063} = 0,079$$

$$(2) C_{10} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{28} X_{28}}{X_{10}} = \frac{0,759 \cdot 0,1204 + 0,00134}{0,321}$$

$$= \frac{0,0914 + 0,00134}{0,321} = 0,2888$$

$$C_{18} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{27} X_{27}}{X_{18}} = \frac{0,0914 + 0,00084}{0,1965} = 0,4694$$

Vérification

$$C_{I8} + C_{I0} + C_{22} = 0,4694 + 0,2888 + 0,2378 = 0,996 \quad 1$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \frac{C_{I8}}{2} = \frac{0,4694}{2} = 0,2347$$

$$1 \quad C_6 = C_8 = \frac{C_{I2}}{2} = \frac{0,2378}{2} = 0,1169$$

$$C_{I7} = C_{20} = C_{23} = C_{46} = 0,3404$$

$$C_{I4} = \frac{C_{20} X_{20}}{X_{I4}} = \frac{0,3404 \cdot 0,0385}{0,0461} = 0,284$$

$$C_{I5} = \frac{C_{20} X_{20}}{X_{I5}} = \frac{0,3404 \cdot 0,0385}{0,1583} = 0,083$$

$$C_{84} = C_{I5} = 0,083$$

$$C_{pnrd3on 4} = \frac{C_{84}}{2} = 0,0415$$

C) Calcul des réactances de calcul et du courant de court-circuit

1) Générateurs d'Alger-Port

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,3016 \cdot 75}{0,2347 \cdot 100} = 0,964$$

Les abaques donnent, pour $X_{c1} = 0,964$

$$t = 0s \quad I_{pccr} = 1,15 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_2} = 4,2I \cdot 1,15 = 4,84 \text{ KA}$$

$$t = 0,1s \quad I_{pccr} = 1,1 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 4,2I \cdot 1,1 = 4,63 \text{ KA}$$

é) Générateurs du Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,3016 \cdot 23}{0,119 \cdot 100} = 0,58$$

Les abaques donnent pour $X_c = 0,58$

$$t = 0s \quad I_{pccr} = 1,88 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 4,2I \cdot 1,88 = 2,42 \text{ KA}$$

$$t = 0,1s \quad I_{pccr} = 1,7 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 4,2I \cdot 1,17 = 2,19 \text{ KA}$$

3) Système énergétique

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,3016}{0,289} = 1,044$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{1,044} = 5,37$$

4) Courant de court-circuit total

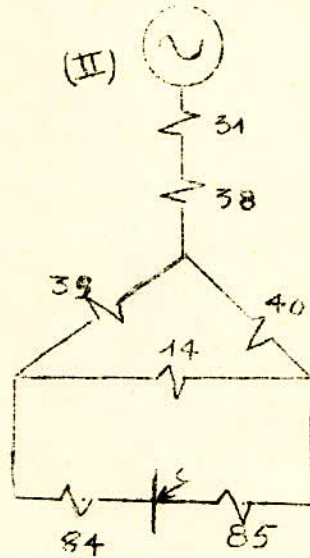
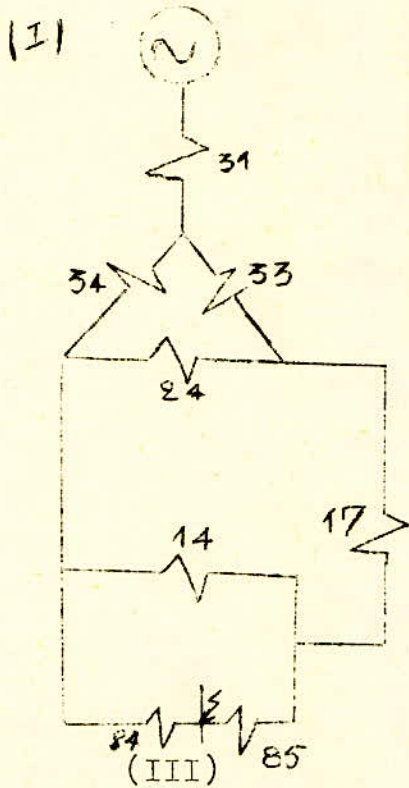
$$I_{cct} = 2 (I_{ccg_1} + I_{ccg_6}) + I_{ccs}$$

$$t = 0,1 \quad I_{cct} = (4,64 + 2,42) + 5,37 = 19,9 \text{ KA}$$

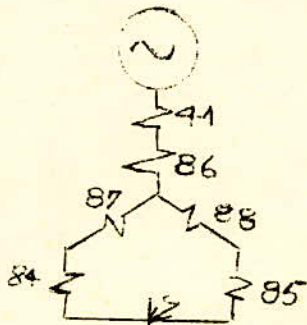
$$t = 0,1 \quad I_{cct} = (4,63 + 2,19) + 5,37 = 19 \text{ KA}$$

5° Court-Circuit à Poirel 3,4

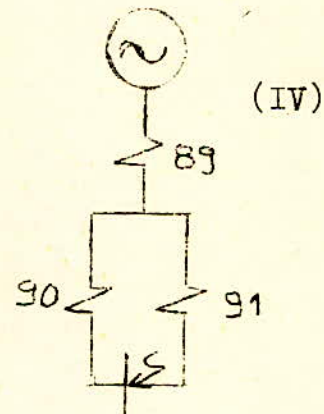
En se basant sur les transfigurations effectuées dans le cas 2 (Court-Circuit à Mustapha), on aboutit à:



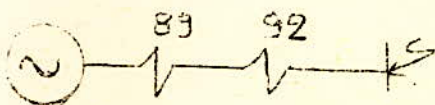
(II) Transformation du triangle 33, 34, 24.



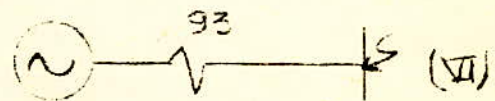
(III) Transformation du triangle 39, 40, 14 en étoile.



(IV) - Groupement des impédances : 41, 86-87, 84-85, 88



(V) - Groupement des impédances 90, 91.



(VI) Groupement des impédances 89, 92.

a) Calcul des réactances.

$$X_{87} = \frac{X_{39} \cdot X_{43}}{X_{39} + X_{43} + X_{14}} = \frac{0,225 \cdot 0,4852}{0,225 + 0,4852 + 0,0461} = \frac{0,10917}{0,7563} = 0,144$$

$$X_{87} = \frac{X_{39} \cdot X_{14}}{X_{39} + X_{43} + X_{14}} = \frac{0,225 \cdot 0,0461}{0,7563} = 0,0295$$

$$X_{88} = \frac{X_{43} \cdot X_{14}}{X_{39} + X_{43} + X_{14}} = \frac{0,4852 \cdot 0,0461}{0,7563} = 0,0295$$

$$X_{89} = X_{41} + X_{86} = 0,1247 + 0,144 = 0,2687$$

$$X_{84} = 0,014 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,0132$$

$$X_{85} = 0,1555 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,0146$$

$$X_{90} = X_{84} + X_{87} = 0,0132 + 0,0137 = 0,0269$$

$$X_{91} = X_{88} + X_{85} = 0,0295 + 0,146 = 0,176$$

$$X_{92} = \frac{X_{90} \cdot X_{91}}{X_{90} + X_{91}} = \frac{0,0269 \cdot 0,176}{0,0269 + 0,176} = 0,0233$$

$$X_{93} = X_{92} + X_{89} = 0,0233 + 0,2687 = 0,292.$$

b) Calcul des coefficients de distribution.

$$C_{89} = C_{86} = C_{41} = C_{93} = 1$$

$$C_{91} = \frac{C_{92} \cdot X_{92}}{X_{91}} = \frac{1 \cdot 0,0233}{0,176} = 0,1324$$

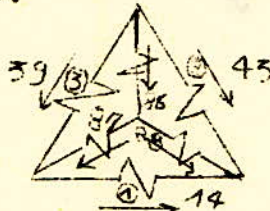
$$C_{90} = \frac{C_{92} \cdot X_{92}}{X_{90}} = \frac{1 \cdot 0,0233}{0,0269} = 0,1324$$

- Les branches 90, 84, 87 sont en parallèle ce qui donne.

$$C_{90} = C_{84} = C_{87} = 0,866.$$

$$C_{91} = C_{88} = C_{85} = 0,1324.$$

- Détermination des coefficients relatifs aux branches du triangle (43, 39, 14) - Loi des mailles.



$$(1) C_{14} = \frac{C_{88} X_{88} - C_{87} X_{87}}{X_{14}} = \frac{0,1324 \cdot 0,0295 - 0,866 \cdot 0,0137}{0,0461} \\ = \frac{0,0039 - 0,01186}{0,0461}.$$

$$C_{14} = 0,1726.$$

$$(2) C_{43} = \frac{C_{86} X_{86} + C_{88} X_{88}}{X_{43}} = \frac{1 \cdot 0,144 + 0,0039}{0,48,52} = 0,3048$$

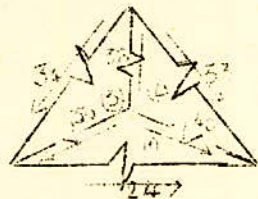
$$(3) C_{39} = \frac{C_{86} X_{86} + C_{87} X_{87}}{X_{39}} = \frac{0,144 + 0,01186}{0,225} = 0,6927$$

- Les branches 43, 40, 17 sont en série, de même que 38 et 31

$$C_{43} = C_{40} = C_{17} = 0,3048.$$

$$C_{38} = C_{31} = 1.$$

- Détermination des coefficients C_{33} , C_{34} , C_{24} .
Loi des mailles.



.../...

$$(1) C_{24} = \frac{C_{40} X_{40} - C_{39} X_{39}}{X_{24}} = \frac{0,3048 \cdot 0,047 - 0,6927 \cdot 0,225}{0,5325} = \frac{0,0143 + 0,156}{0,5325}$$

$$C_{24} = 0,32.$$

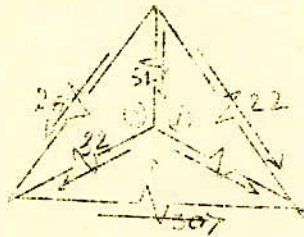
$$(2) C_{33} = \frac{C_{38} X_{38} + C_{40} X_{40}}{X_{33}} = \frac{1 \cdot 0,0407 + 0,0143}{0,096} = 0,573$$

$$(3) C_{34} = \frac{C_{38} X_{38} + C_{39} X_{39}}{X_{34}} = \frac{0,0407 + 0,156}{0,4621} = 0,4256$$

- Les branches 34, 29, 32 sont en série d'où.

$$C_{34} = C_{29} = C_{32} = 0,4256$$

- Détermination de C_{26} , C_{22} , C_{30} .



$$(1) C_{30} = \frac{C_{33} X_{33} - C_{32} X_{32}}{X_{30}} = \frac{0,573 \cdot 0,096 - 0,4256 \cdot 0,0193}{0,1376} = \frac{0,055 - 0,0082}{0,1376}$$

$$C_{30} = 0,34.$$

$$(2) C_{22} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{33} X_{33}}{X_{22}} = \frac{1 \cdot 0,084 + 0,055}{0,6} = 0,232$$

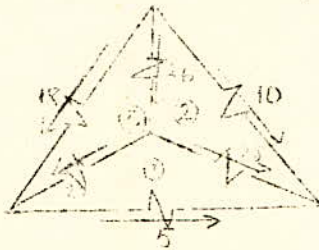
$$(3) C_{26} = \frac{C_{31} X_{31} + C_{32} X_{32}}{X_{26}} = \frac{0,084 + 0,0082}{0,1204} = 0,766$$

- Les branches 29, 16, 27 sont en série, de même que 30, 28, 21, on a.

$$C_{29} = C_{16} = C_{27} = 0,4256.$$

$$C_{30} = C_{28} = C_{21} = 0,34.$$

- Détermination de C_5, C_{10}, C_{18} - Loi des mailles.



$$C_5 = \frac{C_{28} X_{28} - C_{27} X_{27}}{X_5} = \frac{0,34 - 0,0036 - 0,4256 \cdot 0,0022}{0,0063} \\ = \frac{0,0012 - 0,00093}{0,0063}.$$

$$C_5 = 0,0428.$$

$$C_{10} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{28} X_{28}}{X_{10}} = \frac{0,766 \cdot 0,1204 + 0,0012}{0,321} = \frac{0,092 + 0,0012}{0,321}$$

$$= 0,291.$$

$$C_{18} = \frac{C_{26} X_{26} + C_{27} X_{27}}{X_{18}} = \frac{0,092 + 0,00093}{0,1965} = 0,4729$$

Vérification :

$$C_{22} + C_{18} + C_{10} = 0,232 + 0,4729 + 0,291 = 0,991 = 1.$$

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \frac{C_{18}}{2} = 0,236$$

$$C_6 = C_8 = \frac{C_{22}}{2} = 0,232 = 0,116$$

$$C_{19} = C_{11} = C_{24} = 0,32$$

$$C_{12} = C_{13} = \frac{C_{19}}{2} = 0,16 = C_{72} = C_{73}.$$

c) Détermination des réactances de calcul, et du courant de court-circuit.

1) Générateurs Alger - Port

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,292.75}{0,236.100} = 0,93$$

Les abaques donnent pour $X_c = 0,93$
 $t = 0 \text{ s } I_{pcctr} = 1,19 \quad I_{ccg_4} = I_{ccg_3} = 1,19.4,21 = 5,01 \text{ KA.}$

$t = 0,1 \text{ s } I_{pcctr} = 1,12 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,12.4,21 = 4,71.$

2) Générateurs du Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,292.23}{0,116.100} = 0,58$$

Les abaques donnent pour $X_c = 0,58$
 $t = 0 \text{ s } I_{pcctr} = 1,92 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,92.1,29 = 2,48 \text{ KA.}$
 $t = 0,1 \text{ s } I_{pcctr} = 1,75 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,75.1,29 = 2,26 \text{ KA.}$

3) Système énergétique

$$C_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,292}{0,291} = 1$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{1} = 5,61$$

4) Courant total de Court-Circuit

$$I_{cct} = 2(I_{ccg_1} + I_{ccg_6}) + I_{ccs}.$$

$t = 0 \text{ s } I_{cct} = 2(5,01 + 2,48) + 5,61 = 20,6$
 $t = 0,1 \text{ s } I_{cct} = 2(4,71 + 2,26) + 5,61 = 19,53.$

6ème) Court-Circuits sur les départs issus de.

D'après le schéma équivalent trouvé pour Port II les coefficients de répartition seront égaux à ceux trouvés pour le cas 1.

A - Court-Circuit sur AEK₁ ou AEK₂ jeu de barres principal.



- Groupement des impédances
37,55.

.../...

a) Calcul des réactances.

$$X_{55} = \sqrt{(0,0787)^2 + (0,056)^2} \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,091$$

$$X_{56} = X_{57} + X_{55} = 0,2684 + 0,091 = 0,3594.$$

b) Calcul des réactances de calcul, et du courant de court-circuit.

1) Générateurs d'Alger - Port

$$C_1 = C_2 = 0,2355$$

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,3594 \cdot 75}{0,2355 \cdot 100} = 1,145$$

Les abaques donnent pour $X_c = 1,145$

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 0,92 \quad \Longrightarrow \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,92 = 3,87 \text{KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 0,88 \quad \Longrightarrow \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,88 = 3,7 \text{KA}$$

2) Générateurs du Hamma.

$$C_6 = C_8 = 0,118$$

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,3594 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 0,7$$

Les abaques donnent pour $X_c = 0,7$

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 1,55 \quad \Longrightarrow \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 1,55 = 2$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 1,5 \quad \Longrightarrow \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 1,5 = 1,94.$$

3) Système énergétique.

$$C_s = 0,2897$$

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,3594}{0,2897} = 1,24$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{1,24} = 4,52 \text{ KA.}$$

.../...

4°) Courant total de Court-Circuit.

$$I_{cct} = 2(I_{ccg_1} + I_{ccg_6}) + I_{ccs}.$$

$$t = 0 \quad I_{cct} = 2(3,87 + 2) + 4,52 = 16,3 \text{ KA.}$$

$$t = 0,1 \quad I_{cct} = 2(3,7 + 1,94) + 4,52 = 15,79 \text{ KA.}$$

B - Court-Circuit à AEK₁ ou AEK₂ jeu de barre secondaire.



(II) Groupement des impédances
37,96.

a) Calcul des impédances.

$$X_{96} = 0,56 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,528.$$

$$X_{97} = X_{37} + X_{96} = 0,2684 + 0,528 = 0,796$$

b) Calcul des réactances de calcul et des courant de court-circuit.

1) Alger-Port.

$$X_{c3} = X_{c1} = \frac{0,796 \cdot 75}{2355 \cdot 100} = 2,53$$

Les courbes de calcul donnent pour $X_c = 2,53$.

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 0,41 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,41 = 1,73 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 0,345 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,341 = 1,44 \text{ KA.}$$

2) Générateurs du Hamma.

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,796 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 1,55.$$

Les courbes de calcul donnent.

$$t = 0s \quad I_{pcctr} = 0,69 \implies I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,69 = 0,89 \text{ KA.}$$

$$t = 0,1s \quad I_{pcctr} = 0,67 \implies I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,67 = 0,86 \text{ KA.}$$

.../...

3) Systeme énergétique.

$$X_{cs} = \frac{X_s}{C} = \frac{0,796}{0,2897} = 2,74$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{2,74} = 2,047 \text{ KA.}$$

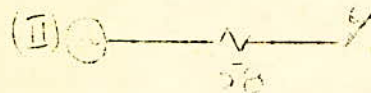
4) Courant de Court-Circuit total.

$$I_{ccT} = 2(I_{ccg_6} + I_{ccg_1}) + I_{ccs}.$$

$$t=0 \quad I_{ccT} = 2(1,73 + 0,89) + 2,047 = 7,3 \text{ KA.}$$

$$t=0,1 \quad I_{ccT} = 2(1,66 + 0,86) + 2,047 = 7,08 \text{ KA.}$$

5) Court-Circuit à Ravin 1.



-II- Regroupement des impédances
37 et 57.

a) Calcul des réactances.

$$X_{57} = 0,368$$

$$X_{58} = X_{37} + X_{57} = 0,2684 + 0,368 = 0,6364$$

b) Réactances de calcul et courant de court-circuit

1) Générateurs Alger - Port.

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,6364 \cdot 75}{0,2355 \cdot 100} = 2,027$$

Les courbes de calcul donnent pour $X_c = 2,027$

$$t = 0 \quad I_{pccTr} = 0,53 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,53 = 2,23 \text{ KA.}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pccTr} = 0,51 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,51 = 2,15 \text{ KA.}$$

2) Générateurs Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,6364 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 1,55$$

Les courbes de calcul donnent pour $X_c = 1,55$.

$$t = 0 \quad I_{pccTr} = 0,86 \implies I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,86 = 1,11 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pccTr} = 0,83 \implies I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,83 = 1,07 \text{ KA}$$

3) Systeme énergétique

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,6364}{0,2897} = 2,196$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{2,196} = 2,55$$

4) - Courant de court-circuit total.

$$t = 0s \quad I_{cct} = 2(2,23 + 1,11) + 2,55 = 9,24 \text{ KA.}$$

$$t = 0,1s \quad I_{cct} = 2(2,15 + 1,07) + 2,55 = 9,23 \text{ KA.}$$

D) - Court-Circuit à Ravin 2.



a) - Calcul des réactances.

$$X_{59} = 0,365 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,344$$

$$X_{60} = X_{37} + X_{59} = 0,2684 + 0,344 = 0,612.$$

b) - Réactances de calcul et courant de Court-Circuit

1°) Générateurs d'Alger-Port.

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,612 \cdot 75}{0,2355 \cdot 100} = 1,95$$

Les courbes de calcul donnent pour $X_c = 1,95$.

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 0,54 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,54 = 2,27 \text{ KA.}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 0,52 \quad I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 4,21 \cdot 0,52 = 2,2 \text{ KA.}$$

2°) Générateur Hamma.

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,612 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 1,19$$

Ce qui donne.

$$t = 0 \quad I_{pcctr} = 0,89 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,89 = 1,15 \text{ KA}$$

$$t = 0,1 \quad I_{pcctr} = 0,86 \quad I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 1,29 \cdot 0,86 = 1,11 \text{ KA}$$

.../...

3°) Systeme énergétique.

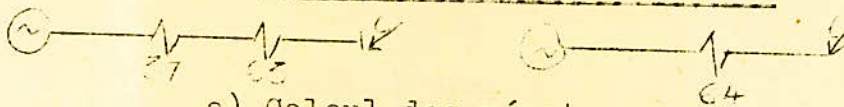
$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,612}{0,2897} = 2,11$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{2,11} = 2,66$$

4°) Courant total de Court-Circuit.

$$\begin{aligned} t = 0 \quad I_{cct} &= 2(2,27 + 1,15) + 2,66 = 9,5 \text{ KA.} \\ t = 0,1 \quad I_{cct} &= 2(2,2 + 1,11) + 2,66 = 9,28 \text{ KA.} \end{aligned}$$

E) Court-Circuit à Poirel 1,2.



a) Calcul des réactances

$$X_{63} = 0,014 \cdot \frac{100}{(10,3)^2} = 0,013$$

$$X_{64} = X_{37} + X_{63} = 0,2684 + 0,013 = 0,282.$$

b) Réactances de calcul, et courant de court-circuit

1) Alger - Port.

$$X_{c1} = X_{c3} = \frac{0,282 \cdot 75}{0,2355 \cdot 100} = 0,89$$

Pour $X_c = 0,89$ on a :

$$\begin{aligned} t = 0 \quad I_{pccr} &= 1,23 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 1,23 \cdot 4,21 = 5,18 \text{ KA} \\ t = 0,1 \quad I_{pccr} &= 1,18 \implies I_{ccg_1} = I_{ccg_3} = 1,18 \cdot 4,21 = 4,96 \text{ KA.} \end{aligned}$$

2) Hamma

$$X_{c6} = X_{c8} = \frac{0,282 \cdot 23}{0,118 \cdot 100} = 0,55$$

Pour $X_c = 0,55$ on a :

$$\begin{aligned} t = 0 \quad I_{pccr} &= 2,06 \implies I_{cct} = 2,06 \cdot 1,29 = 2,66 \text{ KA.} \\ t = 0,1 \quad I_{pccr} &= 1,85 \implies I_{cct} = 1,85 \cdot 1,29 = 2,39 \text{ KA.} \end{aligned}$$

3) Systeme énergétique

$$X_{cs} = \frac{X}{C_s} = \frac{0,282}{0,2897} = 0,93$$

$$I_{ccs} = \frac{I_b}{X_{cs}} = \frac{5,61}{0,93} = 6,03$$

4) Courant total de Court-Circuit.

$$\begin{aligned} t = 0 \quad I_{cct} &= 2(5,18 + 2,66) + 6,03 = 21,71 \\ t = 0,1 \quad I_{cct} &= 2(4,96 + 2,39) + 6,03 = 20,73. \end{aligned}$$

TABLEAU RECAPITULATIF DES COURANTS DE COURT CIRCUIT (kA) DANS LES BRANCHES

PUISSANCE MAXIMUM

PUISSANCE MINIMUM

VARIANTE II

VARIANTE I

VARIANTE II

VARIANTE I

N° branche	Branche	PUISSANCE MAXIMUM					Branches Radiales	VARIANTE I	PUISSANCE MINIMUM					Branches radiales	VARIANTE I
		Court circuit Port II	Court circuit Amirauté	Court circuit Tafourah feu 2	Court circuit Mustapha	Court circuit Poirel 3,4			Court circuit Amirauté	Court circuit Tafourah feu 2	Court circuit Mustapha	Court circuit Poirel 3,4	Court circuit Amirauté		
11	Hammou FG	5,38	3,55	5,45	4,97	6,58			3,98	2,66	2,54	2,7	2,5		
13	Amirauté 2 Tafourah 2	2,69	2,07	4,048	2,48	3,29		10,52	1,88	0,6	1,27	1,85	1,25		5,36
14	Mustapha 1	6,84	4,47	5,68	11,08	3,55			2,17	4,43	3,56	1,84	3,18		
17	Hammou-Mustapha	8,2	4,76	6,81	7,2	6,26			2,61	0,34	3,46	3,09	3,8		
19	Tafourah 1,2	5,38	4,16	16,6	4,97	6,58		10,52	3,78	6,16	2,54	2,7	2,5		5,36
56	AEK feu AEK 2						16,14	10,27						7,2	5,03
57	Ravin 1						9,16	7,69						5,44	4,62
59	Ravin 2						9,53	8						5,56	
61	Cuve 1						4,82	4,50						3,44	3,04
63	Poirel 1,2						19,3	11						7,92	5,44
65	Poirel-Chai						14,22	< 11						6,76	5,101
68	Tafourah Chai						11,76	< 11						6,18	4,98
70	El Biar A						6,89	4,81						4,59	3,75
72	Tafourah 1	2,69	2,07	15,54	2,48	3,29		10,52	1,88	5,56	1,27	1,35	1,25		5,36
73	Amirauté 1	2,69	2,07	4,38	2,48	3,29			1,88	2,06	1,27	1,35	1,25		
84	Poirel 3,4	1,99	0,43	1,66	3,22	17,8		11,24	0,53	1,28	1,04	6,42	0,926		5,51
85	Mustapha-Poirel	1,99	0,43	1,66	3,22	2,72			0,53	1,28	1,04	1,16	0,925		
Poirel 3 feu 4	Poirel 3 feu 4	0,996	0,21	0,83	1,6	8,9			0,266	0,64	0,52	3,21	0,462		5,51
94	Aurassi Tafourah						8,68	7,2						5,28	4,51
96	Self AEK						7,2	5,64						4,77	3,76
98	Self Mustapha						7,5	5,66						4,86	3,81
100															
Poirel feu 2	Poirel feu 2						10,85	5,5							5,44
16	TA d 2	9,03	5,87	7,65	8,26	1,75	9,056	11	1,76	0,146	1,12	1,13	1,7		8,3

Calcul des courants des court-circuit avec les système
debitant sa puissance minimum.

Le système produit sa puissance minimum quant seulement les 2
alternateurs du Hamma fonctionnent.

A. SCHEMA D'EXPLOITATION NORMALE.

(Variante I)

1°) - Court-Circuit à Port II

On a alors le schéma suivant.

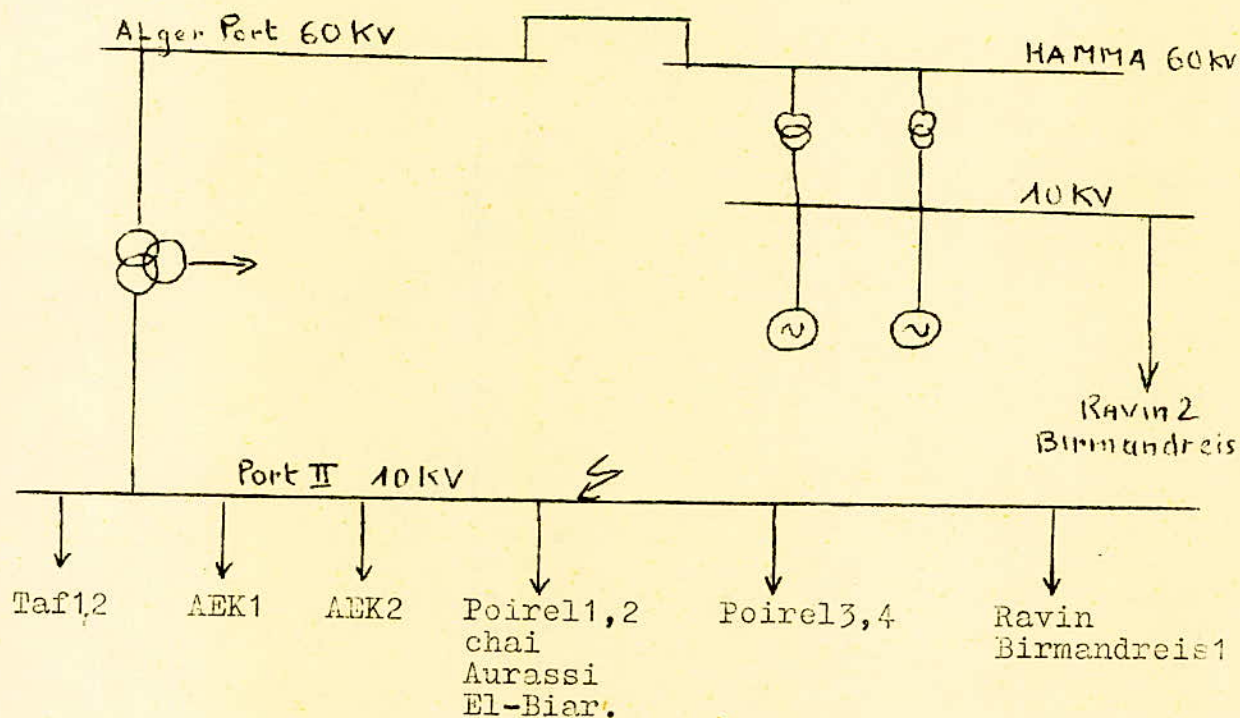
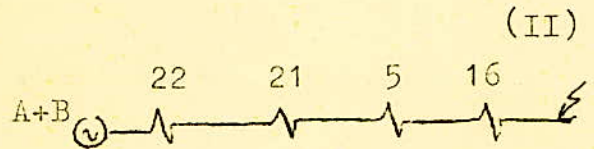
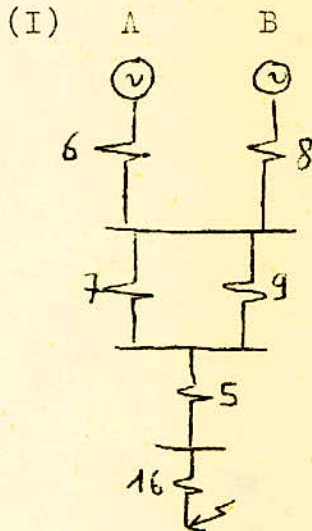
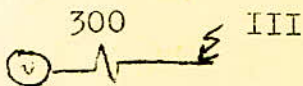


Schéma équivalent.



II- Regroupements des impédances
- 6,8 ; 7,9



III - Regroupement des impédances 22,21,5,16.

a) Calcul des impédances réduites

Les impédances 6,8,7,9,5,16,22,21 on déjà étaient calculées auparavant.

$$X_{300} = X_{22} + X_{21} + X_5 + X_{16} = 1,11.$$

b) Coefficients de répartition

$$\text{On a } \frac{C_6}{C_{16}} = \frac{C_8}{C_{16}} = 0,5.$$

c) Réactances de calcul

$$X_{C_6} = X_{C_8} = \frac{X_{300} \cdot S_a}{C_6 \cdot S_b} = \frac{1,11 \cdot 23}{0,5 \cdot 40} = 0,51$$

d) Courant de Court-Circuit.

1) Courants des générateurs

Les courbes de calcul donne pour $X_c = 0,51$

$$t=0s \quad I_{cctr} = 2,2 \implies I_{ccg_6} = I_{ccg_8} = 2,2 \cdot 1,29 = 2,838$$

.../...

2) Court-Circuit total.

$$t = 0s \quad I_{cct} = 2 I_{ccg_6} \cdot 2,838 = 5,67.$$

2°) - Autres points de Court-Circuit.

Pour les autres points de Court-Circuit, le même cheminement de calcul se répète aussi ils ont été consignés dans le tableau -2 -.

PA 003/45

A.V.P. 57

VARIANTE I

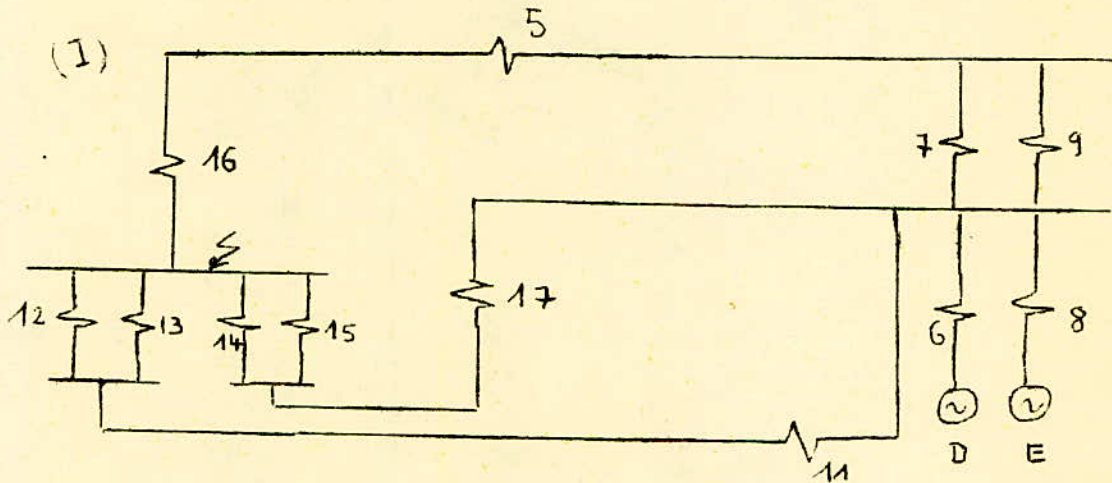
COURANTS DE COURT CIRCUIT - S minimum - Tableau 2

Point de Court-circuit NI branche	$a + jb$	a^2	b^2	$\sqrt{a^2+b^2}$	X_{\pm}^n	Hamma $X_{CG} = X_{CS} = \frac{X_{\pm}^n \cdot 23}{95-100}$	$I_{cct} = I_{ct} \pm I_{ct} \pm I_{ct}$	$I_{cct} = I_{cct} = I_{cct} = 1,29 \cdot I_{cct}$	$I_{cct} = I_{cct} = 2 I_{cct}$
Tafourah 1 ou Tafourah 2 72-73	$\frac{+j 1,1809}{0,0527 + j 0,0577}$ $\frac{0,0527 + j 2,2176}{0,0527 + j 2,2176}$	0,0027	1,485	1,219	1,149	0,5288	$t=0$ 2,08 $t=0,2$ 1,67	2,683 2,54	5,366 4,3
AER ou AER2 jou de barres principal 56	$\frac{+j 1,1809}{0,0777 + j 0,056}$ $\frac{0,0777 + j 2,280}{0,0777 + j 2,280}$	0,061	1,53	1,239	1,168	0,5374	$t=0$ 1,95 $t=0,2$ 1,62	2,5155 2,089	5,08 4,18
Port 12 63	$\frac{+j 1,1809}{0,0126 + j 0,0041}$ $\frac{0,0126 + j 1,177}{0,0126 + j 1,177}$	0,0015	1,409	1,187	1,188	0,5146	$t=0$ 2,11 $t=0,2$ 1,68	2,179 2,167	5,44 4,33
Cha à vin 65	$\frac{0,0046 + j 1,187}{0,111 + j 0,09}$ $\frac{0,1236 + j 1,277}{0,1236 + j 1,277}$	0,015	1,63	1,282	1,209	0,556	$t=0$ 1,92 $t=0,2$ 1,61	2,48 2,08	4,96 4,16
Tafourah 68	$\frac{0,1236 + j 1,277}{0,0561 + j 0,0232}$ $\frac{0,1597 + j 1,506}{0,1597 + j 1,506}$	0,025	1,706	1,315	1,24	0,605	$t=0$ 1,81 $t=0,2$ 1,49	$t=0$ 2,33 $t=0,2$ 1,92	$t=0$ 4,66 $t=0,2$ 3,84
Aurasa 94	$\frac{0,1597 + j 1,506}{0,1495 + j 0,112}$ $\frac{0,3052 + j 1,418}{0,3052 + j 1,418}$	0,093	2,01	1,45	1,37	0,63	$t=0$ 1,7 $t=0,2$ 1,45	2,19 1,87	4,38 3,74
El Biar 2 A 70	$\frac{0,3052 + j 1,418}{0,2911 + j 0,2741}$ $\frac{0,5961 + j 1,6921}{0,5961 + j 1,6921}$	0,355	2,696	1,746	1,446	0,757	$t=0$ 1,39 $t=0,2$ 1,22	1,79 1,57	3,58 3,14
AER ou AER2 jou de barres secondaire 56	$\frac{0,0777 + j 1,280}{0,0777 + j 1,280}$ $\frac{0,0777 + j 1,280}{0,0777 + j 1,280}$	0,0061	3,023	1,74	1,64	0,754	$t=0$ 1,41 $t=0,2$ 1,23	1,82 1,59	3,64 3,17
Ravin 1 57	$\frac{+j 1,1809}{0,334 + j 1,1958}$ $\frac{0,334 + j 1,5765}{0,334 + j 1,5765}$	0,113	1,8047	1,417	1,34	0,614	$t=0$ 1,74 $t=0,2$ 1,47	2,24 1,90	4,48 3,8
Birmandrel 1 61	$\frac{0,334 + j 1,1958}{0,3134 + j 0,1805}$ $\frac{0,607 + j 2,059}{0,607 + j 2,059}$	0,4237	4,24	2,16	2,03	0,936	$t=0$ 1,12 $t=0,2$ 1,02	1,44 1,32	2,88 2,64
Birmandrel 2 (Alimenté par mains) 61	$\frac{0,925 + j 1,318}{0,284 + j 0,1423}$ $\frac{1,159 + j 1,462}{1,159 + j 1,462}$	1,34	2,14	1,86	1,76	0,809	$t=0$ 1,3 $t=0,2$ 1,17	1,68 1,51	3,36 3,02
Mustapha jou de barres principal 98	$\frac{+j 1,1809}{0,004 + j 1,2164}$ $\frac{0,004 + j 1,2164}{0,004 + j 1,2164}$	0,00016	1,48	1,216	1,15	0,527	$t=0$ 2,05 $t=0,2$ 1,67	2,62 2,15	5,24 4,3
Mustapha jou de barres secondaire 98	$\frac{0,004 + j 1,2164}{0,004 + j 1,2164}$ $\frac{0,004 + j 1,2164}{0,004 + j 1,2164}$	0,00016	2,95	1,718	1,62	0,745	$t=0$ 1,4 $t=0,2$ 1,25	1,8 1,61	3,62 3,22
Port 3, 4 84	$\frac{0,76 + j 0,4406}{0,0135 + j 0,006}$ $\frac{0,0135 + j 0,006}{0,0135 + j 0,006}$	0,0004	1,41	1,19	1,12	0,516	$t=0$ 2,11 $t=0,2$ 1,67	2,72 2,17	5,44 4,34
Port II 16	$\frac{+j 1,1809}{0,0005 + j 0,0006}$ $\frac{1,1809 + j 0,0005}{1,1809 + j 0,0005}$	0	(1,18) ²	1,18	1,11	0,51	$t=0$ 2,2 $t=0,2$ 1,83	2,74 2,36	5,48 4,72

B - VARIANTE II -

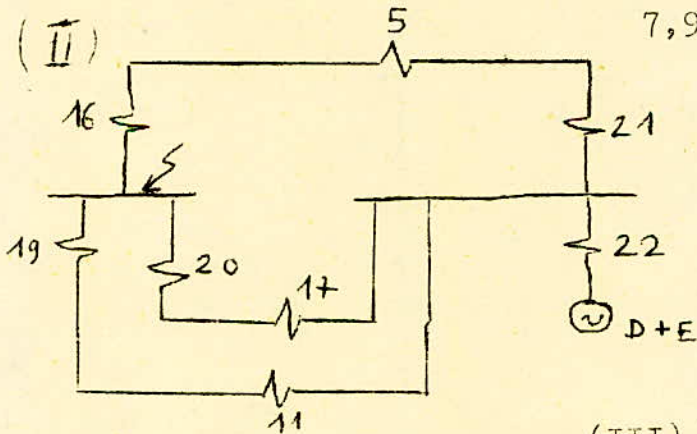
1°) Court-Circuit de Port II.

Schéma équivalent

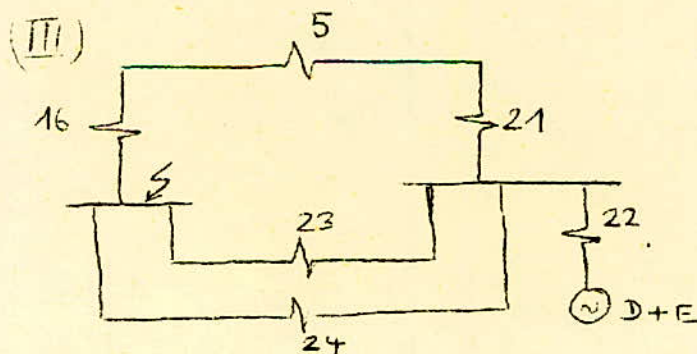


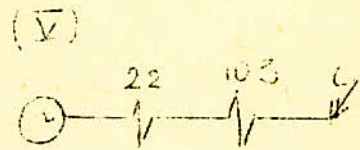
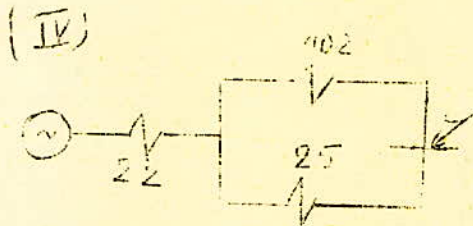
-(II) Regroupement des impédances:

7, 9; 6, 8; 12, 13; 14, 15.



-(III) Regroupement des impédances :

18 :
17, 20 ; 19, 11



IV- Regroupement des impédances

16, 5, 21;
22, 24

V - Regroupement des impédances
102, 25.



a) Détermination des impédances

$$X_{102} = X_{16} + X_{25} + X_{21} = 0,4406 + 0,211 + 0,134 = 0,7856$$

$$X_{103} = \frac{X_{102} \cdot X_{25}}{X_{102} + X_{25}} = \frac{0,7856 \times 0,211}{0,7856 + 0,211} = 0,166$$

$$X_{104} = X_{103} + X_{22} = 0,166 + 0,6 = 0,766.$$

$$X_{104} = 0,766.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 8 \text{ KA.}$$

b) Coefficients répartition.

$$C_{104} = 1 ; C_{103} = C_{22} = C_{104} = 1.$$

$$C_{102} = C_{103} \frac{X_{103}}{X_{102}} = 1 \cdot \frac{0,166}{0,7856} = 0,2113$$

$$C_{25} = C_{103} \frac{X_{103}}{X_{25}} = 1 \cdot \frac{0,166}{0,211} = 0,786$$

$$C_{24} = C_{25} \frac{X_{25}}{X_{24}} = 0,786 \frac{0,211}{0,5325} = 0,311$$

$$C_{23} = C_{25} \frac{X_{25}}{X_{23}} = 0,786 \frac{0,211}{0,3495} = 0,474$$

.../...

$$C21 = C5 = C16 = C102 = 0,2113$$

$$C20 = C17 = C23 = 0,474$$

$$C19 = C11 = C24 = 0,311$$

$$C15 = C20 \frac{X20}{X15} = 0,474 \cdot \frac{0,0385}{0,1583} = 0,115$$

$$C14 = C20 \frac{X20}{X14} = 0,474 - \frac{0,0385}{0,0461} = 0,395$$

$$C13 = C19 \frac{X19}{X13} = 0,311 \cdot \frac{0,1555}{0,311} = 0,1555$$

$$C12 = C13 = 0,1555$$

$$C9 = C21 \frac{X21}{X9} = 0,2113 \frac{0,134}{0,236} = 0,119$$

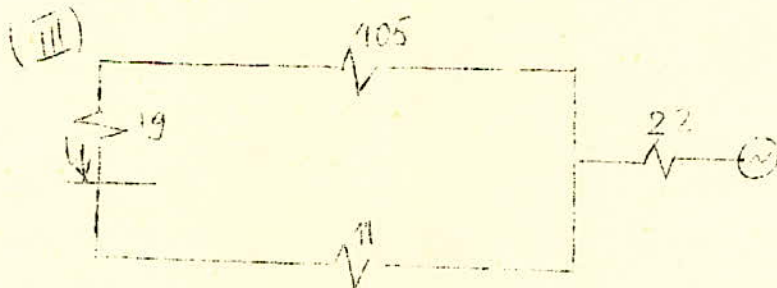
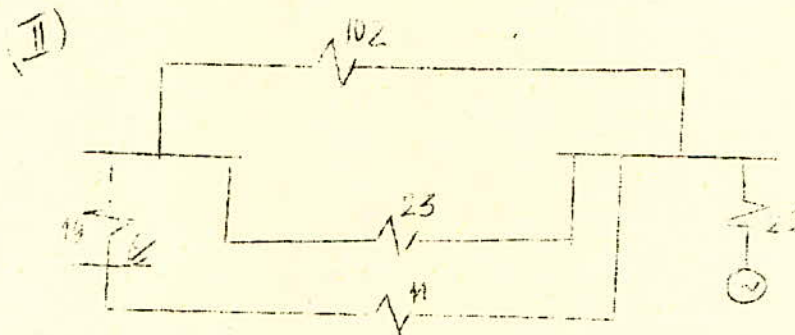
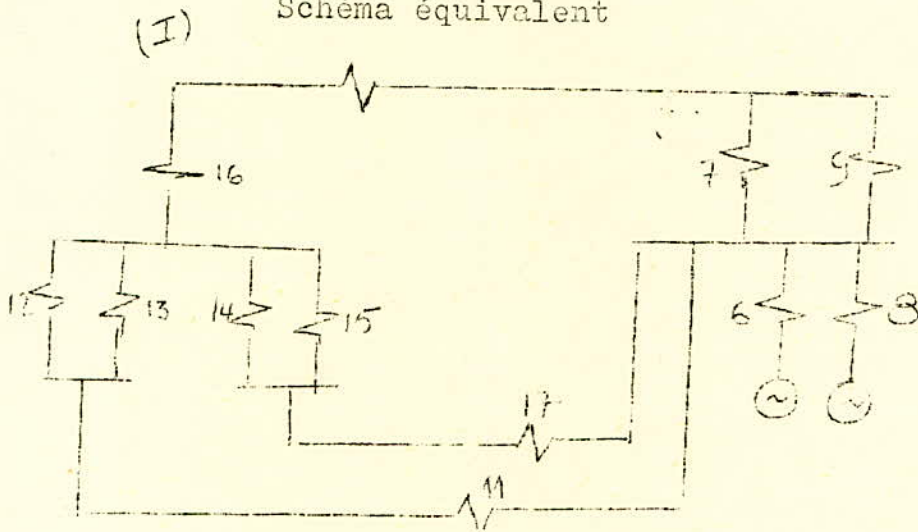
$$C7 = C21 \frac{X21}{X7} = 0,2113 \frac{0,134}{0,31} = 0,091$$

$$C8 = C22 \frac{X22}{X8} = 1 \cdot \frac{0,6}{1,2} = 0,5$$

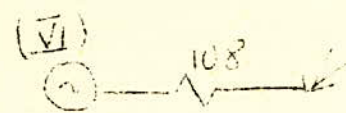
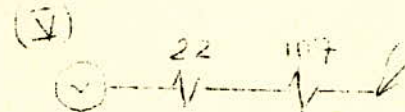
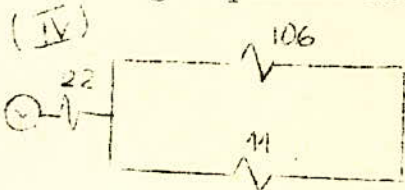
$$C6 = C8 = 0,5.$$

2) Court-Circuit à amirauté

Schéma équivalent



III-Regroupement des impédances 102, 23



IV-Regroupement des impédances

19 et 105

a) Calcul des réactances

$$X_{105} = \frac{X_{102} \cdot X_{23}}{X_{102} + X_{23}} = \frac{0,7856 \cdot 0,3495}{0,7856 + 0,3495} = 0,241$$

$$X_{106} = X_{105} + X_{19} = 0,241 + 0,1555 = 0,3965$$

$$X_{107} = \frac{X_{106} \cdot X_{11}}{X_{106} + X_{11}} = \frac{0,3965 \cdot 0,377}{0,3965 + 0,377} = 0,1932$$

$$X_{108} = X_{107} + X_{22} = 0,1932 + 0,6 = 0,7932$$

$$t = 0 \text{ Icct} = 8 \text{ KA}$$

b) Calcul des coefficients de répartition.

$$C_{108} = 1 ; C_{107} = C_{22} = C_{108} = 1$$

$$C_{106} = C_{107} \cdot \frac{X_{107}}{X_{106}} = 1 \cdot \frac{0,1932}{0,3965} = 0,4872 = C_{105} = C_{109} = C_{19}$$

$$C_{11} = C_{107} \cdot \frac{X_{107}}{X_{11}} = 1 \cdot \frac{0,1932}{0,377} = 0,5124$$

$$C_{19} = C_{105} = C_{106} = 0,4872$$

$$C_{102} = C_{105} \cdot \frac{X_{105}}{X_{102}} = 0,4872 \cdot \frac{0,241}{0,7856} = 0,1494$$

$$C_{23} = C_{105} \cdot \frac{X_{105}}{X_{23}} = 0,4872 \cdot \frac{0,241}{0,3495} = 0,3359$$

$$C_{21} = C_5 = C_{16} = C_{102} = 0,1494$$

$$C_{20} = C_{17} = C_{23} = 0,3359$$

$$C_{15} = C_{20} \cdot \frac{X_{20}}{X_{15}} = 0,3359 \cdot \frac{0,0385}{0,1583} = 0,081$$

$$C_{14} = C_{20} \cdot \frac{X_{20}}{X_{14}} = 0,3359 \cdot \frac{0,0385}{0,0461} = 0,28$$

$$C_{13} = C_{19} \cdot \frac{X_{19}}{X_{13}} = 0,4872 \cdot \frac{0,1555}{0,311} = 0,243$$

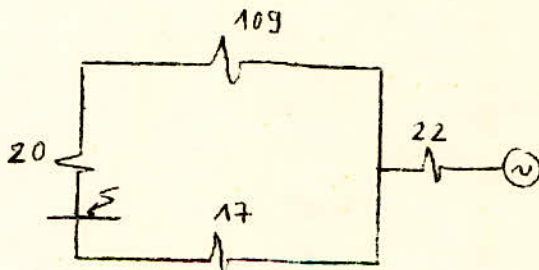
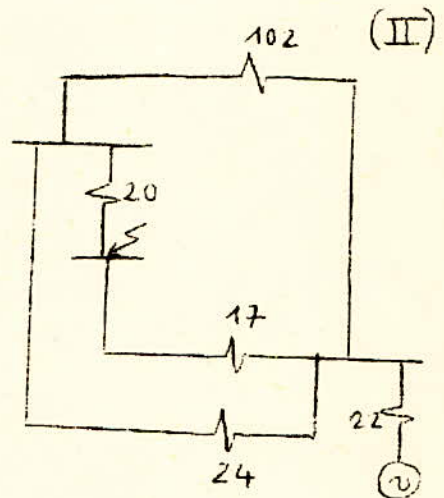
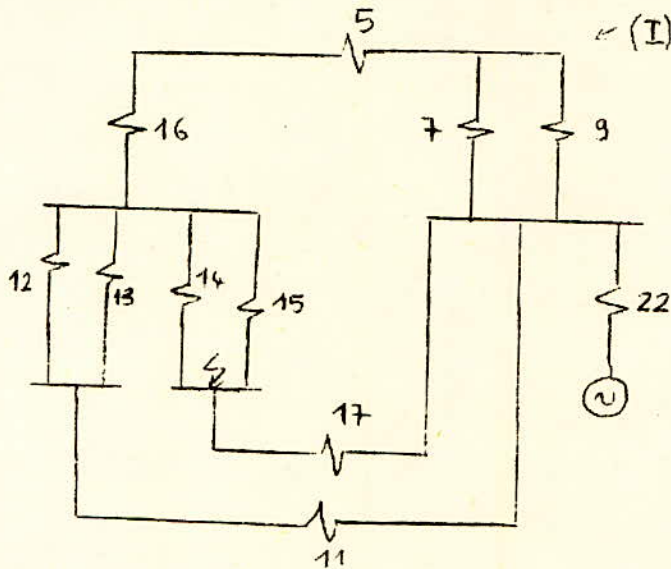
$$C_{13} = C_{12} = 0,243.$$

$$C_9 = C_{21} \cdot \frac{X_{21}}{X_9} = 0,1494 \cdot \frac{0,134}{0,236} = 0,0848$$

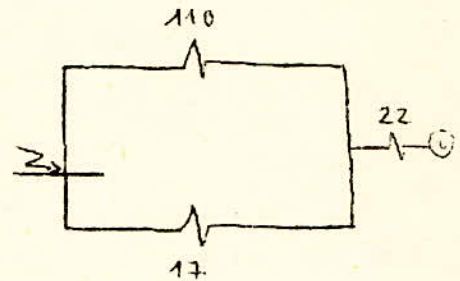
$$C_7 = C_{21} \cdot \frac{X_{21}}{X_7} = 0,1494 \cdot \frac{0,134}{0,31} = 0,0645$$

$$C_6 = C_8 = \frac{C_{22}}{2} = 0,5$$

3) Court-Circuit à Mustepha principal.



III - Regroupement des impédances
24, 102



IV-Regroupement des
impédances 109, 20

a) Détermination des impédances

$$X_{109} = \frac{X_{102} \cdot X_{24}}{X_{102} + X_{24}} = \frac{0,7856 \cdot 0,5325}{0,7856 + 0,5325} = 0,317$$

$$X_{110} = X_{109} + X_{20} = 0,317 + 0,0385 = 0,355$$

$$X_{111} = \frac{X_{110} \cdot X_{17}}{X_{110} + X_{17}} = \frac{0,355 \cdot 0,4382}{0,355 + 0,4382} = 0,196$$

$$X_{112} = X_{111} + X_{22} = 0,196 + 0,6 = 0,796$$

$$t = 0 : I_{cct} = 8 \text{ KA.}$$

.../...

b) Coefficient de répartition.

$$C112 = C111 = C22 = 1$$

$$C110 = \frac{C111 \cdot X_{111}}{X_{110}} = 1 \cdot \frac{0,196}{0,355} = 0,552$$

$$C17 = \frac{C111 \cdot X_{111}}{X_{17}} = 1 \cdot \frac{0,196}{0,4382} = 0,447$$

$$C110 = C109 = C20 = 0,552$$

$$C24 = \frac{C109 \cdot X_{109}}{X_{24}} = 0,552 \cdot \frac{0,317}{0,5325} = 0,328$$

$$C102 = \frac{C109 \cdot X_{109}}{X_{102}} = 0,552 \cdot \frac{0,317}{0,7856} = 0,222$$

$$C102 = C5 = C16 = C21 = 0,222$$

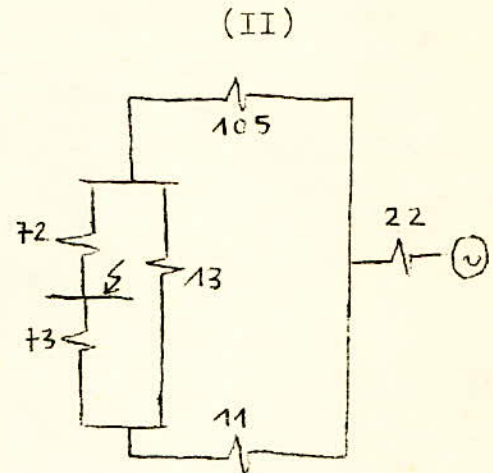
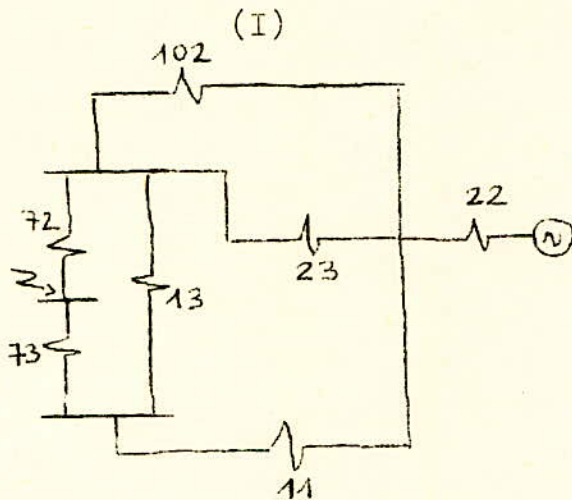
$$C24 = C11 = C19 = 0,328$$

$$C12 = C13 = \frac{C19 \cdot X_{19}}{X_{12}} = 0,328 \cdot \frac{0,1555}{0,311} = 0,164$$

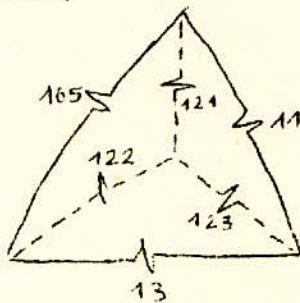
$$C14 = \frac{C20 \cdot X_{20}}{X_{14}} = 0,552 \cdot \frac{0,038585}{0,0461} = 0,460$$

$$C15 = \frac{C20 \cdot X_{20}}{X_{15}} = 0,552 \cdot \frac{0,0385}{0,1583} = 0,134$$

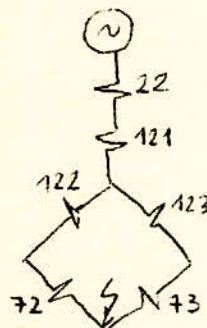
4°) COURT-CIRCUIT AU TAFOURAH 1ou2.



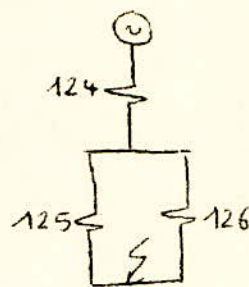
(III)



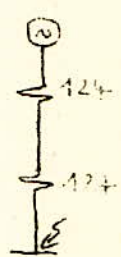
(IV)



(V)



(VI)



III - Transformation du triangle
105, 11, 13 en étoile.

V - Regroupement
des impédances
122, 72;
123, 73.

a) Calcul des impédances

$$X_{14} = \frac{X_{105} \cdot X_{11}}{X_{105} + X_{11} + X_{13}} = \frac{0,241 \cdot 0,377}{0,241 + 0,337 + 0,311} = \frac{0,090}{0,929} = 0,097$$

$$X_{122} = \frac{X_{105} \cdot X_{13}}{X_{105} + X_{13} + X_{11}} = \frac{0,241 \cdot 0,311}{0,929} = 0,080$$

$$X_{123} = \frac{X_{11} \cdot X_{13}}{X_{105} + X_{13} + X_{11}} = \frac{0,377 \cdot 0,311}{0,929} = 0,126$$

$$X_{124} = X_{22} + X_{121} = 0,6 + 0,097 = 0,697$$

$$X_{125} = X_{122} + X_{72} = 0,080 + 0,061 = 0,141$$

$$X_{126} = X_{123} + X_{73} = 0,126 + 0,254 = 0,38$$

$$X_{127} = \frac{X_{125} \cdot X_{126}}{X_{125} + X_{126}} = \frac{0,141 \cdot 0,38}{0,141 + 0,38} = 0,102$$

.../...

$$X_{128} = X_{124} + X_{127} = 0,697 + 0,697 + 0,102 = 0,80$$

b) Détermination des coefficients de répartition

$$C_{128} = C_{127} = C_{124} = C_{121} = C_{22} = 1$$

$$C_{126} = \frac{C_{127} \cdot X_{127}}{X_{126}} = 1 \cdot \frac{0,102}{0,38} = 0,268$$

$$C_{125} = \frac{C_{127} \cdot X_{127}}{X_{125}} = 1 \cdot \frac{0,102}{0,141} = 0,723$$

$$C_{122} = C_{72} = C_{125} = 0,723$$

$$C_{123} = C_{73} = C_{126} = 0,268$$

- Détermination de C_{13} , C_{11} et C_{105}

$$(1) C_{13} = \frac{C_{723} \cdot X_{123} - C_{122} \cdot X_{122}}{X_{13}} = \frac{0,268 \cdot 0,126 - 0,723 \cdot 0,080}{0,311} =$$

$$(2) C_{11} = \frac{C_{121} \cdot X_{121} + C_{123} \cdot X_{123}}{X_{11}} = \frac{1 \cdot 0,097 + 0,268 \cdot 0,126}{0,377} = 0,346$$

$$(3) C_{105} = \frac{C_{121} \cdot X_{121} + C_{122} \cdot X_{122}}{X_{105}} = \frac{1 \cdot 0,097 + 0,723 \cdot 0,080}{0,241} = 0,0642$$

$$C_{102} = \frac{C_{105} \cdot X_{105}}{X_{102}} = \frac{0,0642 \cdot 0,241}{0,17856} = 0,019$$

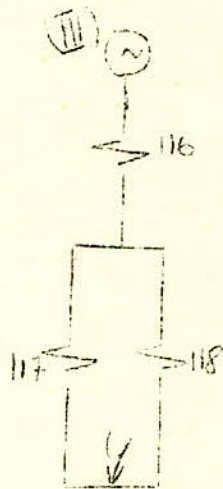
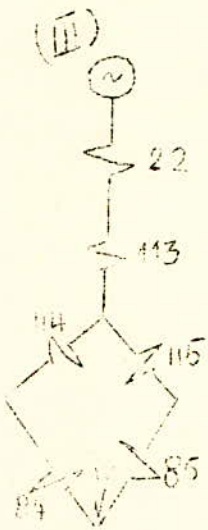
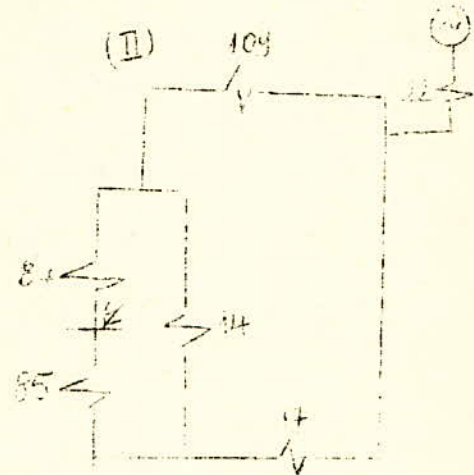
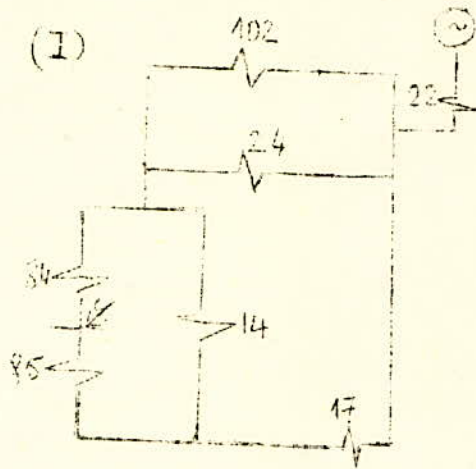
$$C_{23} = \frac{C_{105} \cdot X_{105}}{X_{23}} = \frac{0,0642 \cdot 0,241}{0,3495} = 0,0442$$

$$C_{23} = C_{20} = C_{17} = 0,0442$$

$$C_{14} = \frac{C_{20} \cdot X_{20}}{X_{14}} = \frac{0,0442 \cdot 0,6}{0,0761} = 0,575$$

$$C_{15} = \frac{C_{20} \cdot X_{20}}{X_{15}} = \frac{0,0442 \cdot 0,6}{0,1583} = 0,167$$

$$C_{15} = C_{21} = C_{16} = C_{102} = 0,019.$$

5) Court-Circuit à Poirel 3,4.

$$X_{113} = \frac{X_{109} \cdot X_{17}}{X_{109} + X_{17} + X_{14}} = \frac{0,317 \cdot 0,4382}{0,317 + 0,4382 + 0,0461} = 0,173$$

$$X_{114} = \frac{X_{109} \cdot X_{14}}{X_{109} + X_{17} + X_{14}} = \frac{0,317 \cdot 0,0461}{0,317 + 0,4382 + 0,0461} = 0,018$$

$$X_{115} = \frac{X_{17} \cdot X_{14}}{X_{109} + X_{17} + X_{14}} = \frac{0,4382 \cdot 0,0461}{1,060,8} = 0,025$$

.../...

$$\begin{aligned} X_{116} &= X_{22} + X_{113} = 0,6 + 0,773 = 0,773 \\ X_{117} &= X_{114} + X_{84} = 0,018 + 0,0132 = 0,031 \\ X_{118} &= X_{115} + X_{85} = 0,025 + 0,146 = 0,171 \\ X_{119} &= \frac{X_{117} \cdot X_{118}}{X_{117} + X_{118}} = \frac{0,031 \cdot 0,171}{0,031 + 0,171} = 0,026. \\ X_{120} &= X_{116} + X_{119} = 0,773 + 0,026 = 0,799 \end{aligned}$$

$$t = 0 : I_{cct} = 7,7 \text{ KA}$$

$$C_{120} = C_{119} = C_{116} = C_{113} = C_{22} = 1.$$

$$C_{117} = \frac{C_{119} \cdot X_{119}}{X_{117}} = 1 \cdot \frac{0,026}{0,031} = 0,838$$

$$C_{118} = \frac{C_{119} \cdot X_{119}}{X_{118}} = 1 \cdot \frac{0,026}{0,171} = 0,152$$

$$C_{117} = C_{114} = C_{84} = 0,838 = C_{84}$$

$$C_{118} = C_{115} = C_{85} = 0,152.$$

$$C_{14} = \frac{C_{115} \cdot X_{115} - C_{114} \cdot X_{114}}{X_{14}} = \frac{0,152 \cdot 0,025 - 0,838 \cdot 0,018}{0,046} = 0,21$$

$$C_{17} = \frac{C_{113} \cdot X_{113} + C_{115} \cdot X_{115}}{X_{17}} = \frac{0,173 + 0,152 \cdot 0,025}{0,4382} = 0,403$$

$$C_{109} = \frac{C_{113} \cdot X_{113} + C_{114} \cdot X_{114}}{X_{109}} = 1 \cdot \frac{0,173 + 0,838 \cdot 0,018}{0,317} = 0,593.$$

$$C_{120} = \frac{C_{109} \cdot X_{109}}{X_{102}} = \frac{0,593 \cdot 0,317}{0,7856} = 0,239$$

$$C_{24} = \frac{C_{109} \cdot X_{109}}{X_{24}} = \frac{0,593 \cdot 0,317}{0,5325} = 0,353 = C_{20}$$

$$C_{24} = C_{11} = C_{19} = 0,353.$$

$$C_{12} = C_{13} = \frac{C_{19}}{2} = \frac{0,353}{2} = 0,176$$

$$C_{102} = C_{16} = C_5 = 0,239.$$

6) Court-Circuit à Ravin 1.



$$X_{130} = X_{104} + X_{54} = 0,766 + 0,368 = 1,134.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 5,54 \text{ KA.}$$

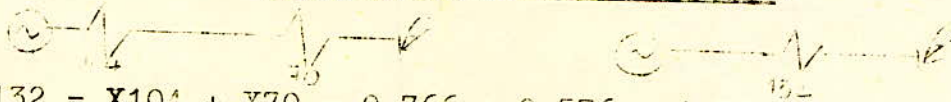
7) Court-Circuit à Birmandreïs 1.



$$X_{131} = X_{104} + X_{61} = 0,766 + 1,027 = 1,79$$

$$t = 0 : I_{cct} = 3,54 \text{ KA.}$$

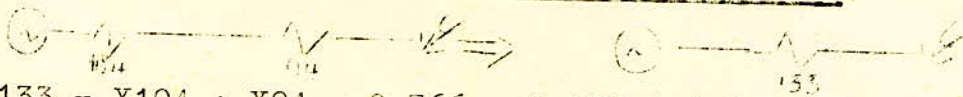
8) Court-Circuit à El-Biair 2.



$$X_{132} = X_{104} + X_{70} = 0,766 + 0,576 = 1,34.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 4,6 \text{ KA.}$$

9) Court-Circuit à Birmandreïs 2.

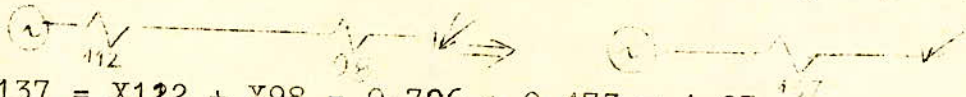


$$X_{133} = X_{104} + X_{94} = 0,766 + 0,403 = 1,17.$$

$$t = 0 , I_{cct} = 5,3.$$

10) Court-Circuit à Mustapha secondaire.

D'après le Schéma de court-circuit à Mustapha principal.



$$X_{137} = X_{112} + X_{98} = 0,796 + 0,473 = 1,27.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 4,9 \text{ KA.}$$

11) Court-Circuit 44 Tafourah



$$X_{138} = X_{104} + X_{138} = 0,766 + 0,2327 = 1,998.$$

$$t = 0 \quad I_{cct} = 6,2 \text{ KA.}$$

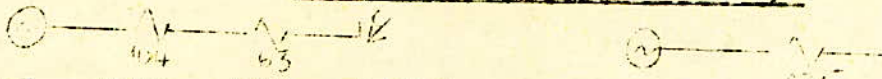
12) Court-Circuit à Ravin 2.



$$X_{134} = X_{104} + X_{59} = 0,766 + 0,344 = 1,11$$

$$t = 0 : I_{cct} = 5,6 \text{ KA.}$$

13) Court-Circuit à Poirel 1,2



$$X_{135} = X_{104} + X_{63} = 0,766 + 0,0133 = 0,779$$

$$t = 0 : I_{cct} = 8, \text{ KA}$$

14) Court- Circuit à chai à vin



$$X_{136} = X_{104} + X_{65} = 0,766 + 0,148 = 0,914.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 6,8 \text{ KA.}$$

15) Court-Circuit à AEK1 ou AEK2 principal.

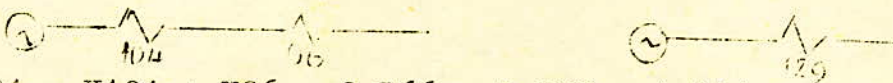
D'après le cas de court-circuit à Port II ont obtient



$$X_{128} = X_{104} + X_{55} = 0,766 + 0,091 = 0,857.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 7 \text{ KA.}$$

16) Court-Circuit à AEK secondaire



$$X_{24} = X_{104} + X_{96} = 0,766 + 0,528 = 1,294.$$

$$t = 0 : I_{cct} = 5 \text{ KA.}$$

- C H A P I T R E II -

DIMENSIONNEMENT DES JEUX DE BARRES

On doit déterminer la section des barres en fonction du courant qui y circule.

La circulation du courant dans les barres collectrices dépend de l'ordre de placement des départs.

On considérera pour le dimensionnement que tous les départs transitent leur charge nominale.

Les départs doivent être placées de façon à obtenir une charge uniformément répartie le long des barres collectrices.

A chaque cas de placement des départs correspond un maximum de courant pour un tronçon - Parmi tous les maximum, 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, la température du milieu ambiant étant de 25°C.

La section trouvée doit vérifier les conditions des efforts électrodynamiques et thermiques.

Sections normalisées des barres ($\epsilon^\circ < 70^\circ$)

Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Section (mm ²)	Iadm en A
			1 barre elementaire de cuivre
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

- A P P L I C A T I O N -

Dimensionnement du jeu de barres 10 Kv de la centrale
Alger Port.

I) - SECTION DES BARRES.

I.1) Jeu de barre principal.

Le jeu de barre 10 Kv de la centrale est constitué de 2
demi jeu des barres reliés par un couple longitudinal.
Le courant maximal pouvant être fourni par le poste 10 Kv,
est déterminé par la puissance du transformateur TAD2,
sa valeur est la suivante.

$$I_t = \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 10,3} 10^3 = 1683,6A$$

On voit que dans le schéma normal d'exploitation, les
départs de Port II ne peuvent pas être en service en
même temps, car la puissance maximale demandée au poste
serait alors $700 + 350 + 700 + 300 + 350 + 300 + 300 +$
 $350 = 3750 A.$

Cependant si l'on considère une injection de puissance
vers le poste par Amirauté (Amirauté 1, Amirauté 2), et
par Mustapha (Mustapha 1), alors les 6 départs restant
pouront être alimentés par Port II. En effet la charge
demandée sera...

$$I = 350 + 700 + 700 + 300 + 300 + 350 = 2700A$$

Alors que la charge fournie au poste.

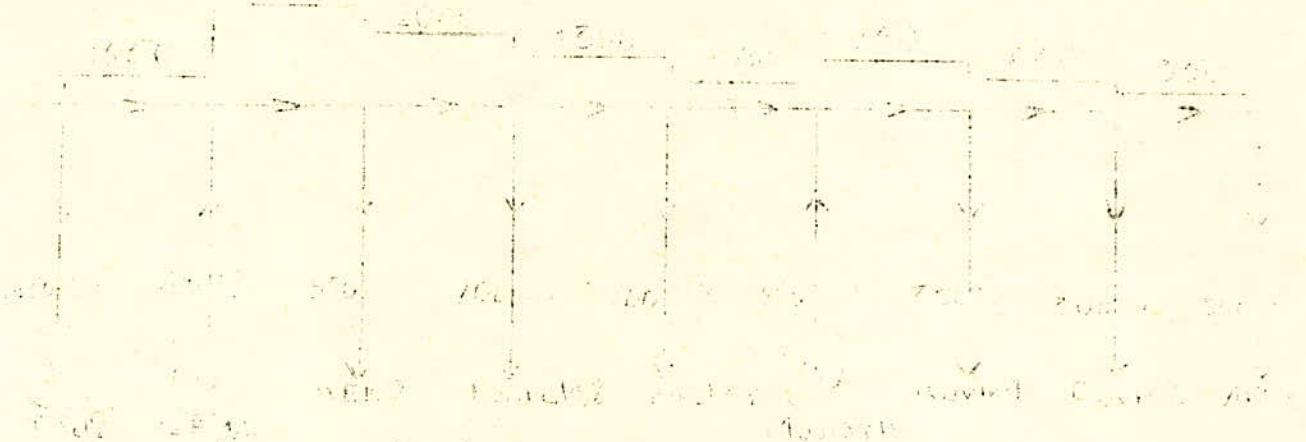
$$1683 + 700 + 350 = 2733.$$

Pour équilibrer, on considérera que le TAD2 ne fournit
que 1650 A on aura :
charge fournie au poste $1650 + 700 + 350 = 2700 A.$

.../...

Cette situation est possible, car la consommation du poste tafourah 1,2 pourra toujours être satisfaite par l'intermédiaire d'Abdelkader; avec des sacrifices pas très importants.

On aura alors la situation suivante - (éxistante)



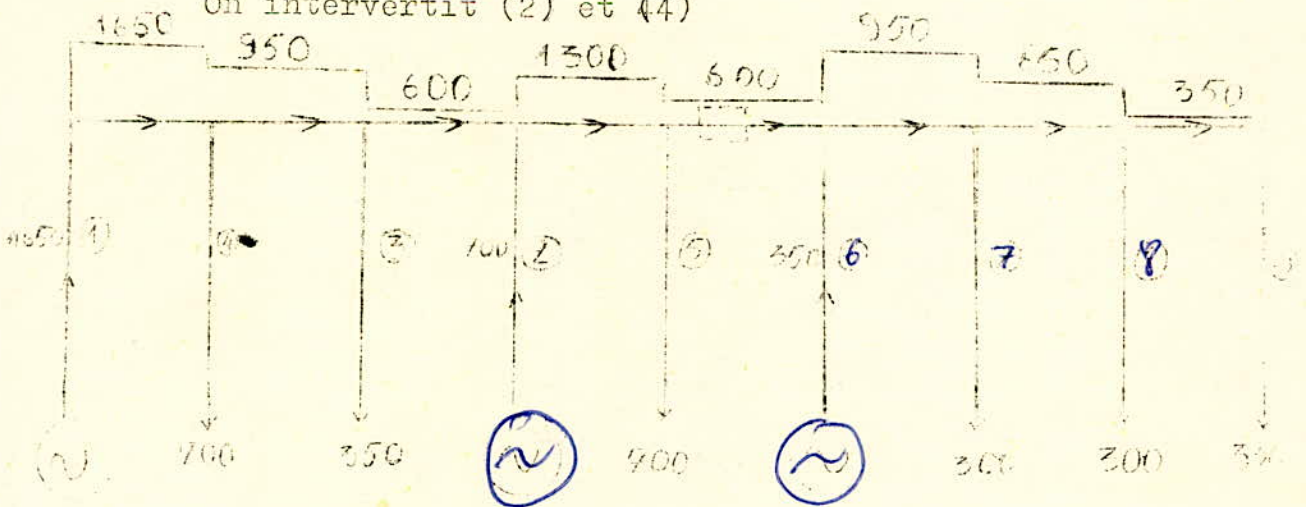
Le couple sera placée de cette manière qu'il divisera le jeu de barres en 2 parties, l'une de 5 liaisons, l'autre de 4. On va essayer d'uni formiser la charge, de diminuer le courant qui traverse le couple.

$$I_{max} = 2350 \text{ A}$$

$$ID = 600 \text{ A}$$

Cas 2

On intervertit (2) et (4)

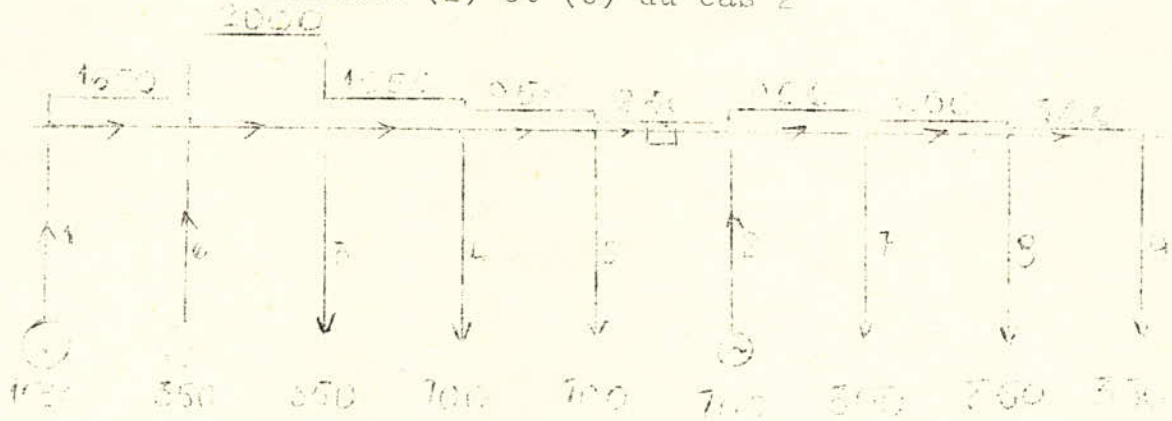


$$I_{max} = 1650 \text{ A}$$

$$ID = 600 \text{ A}$$

Cas 3

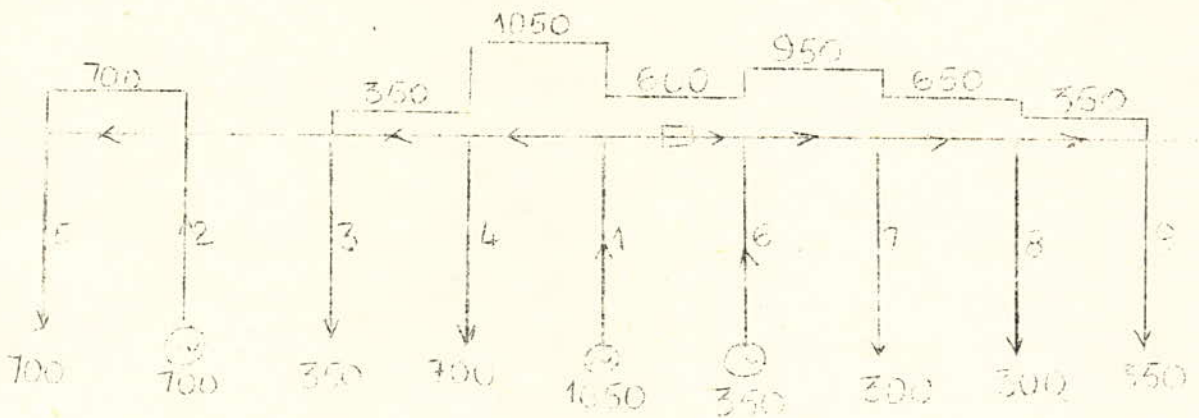
On intervertit (2) et (6) du cas 2



IMAX = 2000 A
ID = 250 A

Cas 4

On intervertit (1) et (5) dans le cas 3
(2) et (6)

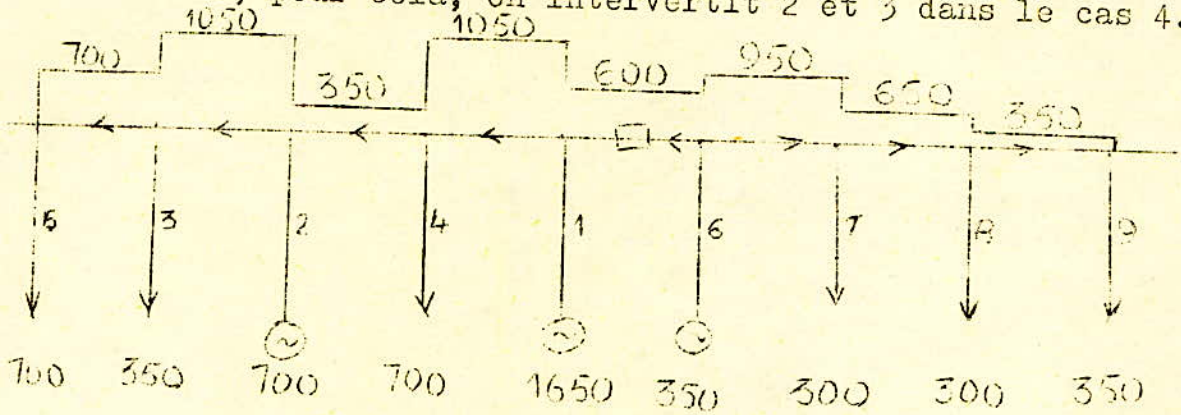


IMAX = 1050 A
ID = 600 A

.../...

Cas 5

La répartition de la charge, dans le cas 4 n'est pas uniforme, pour cela, on intervertit 2 et 3 dans le cas 4.

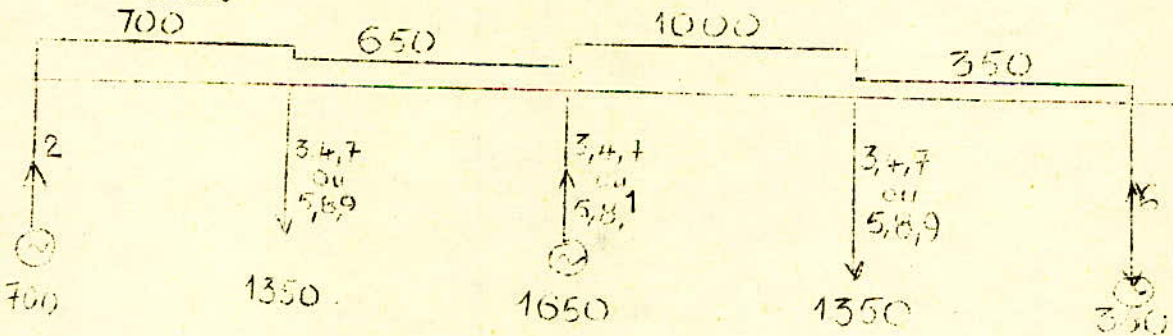


$$I_{MAX} = 1050 \text{ A}$$

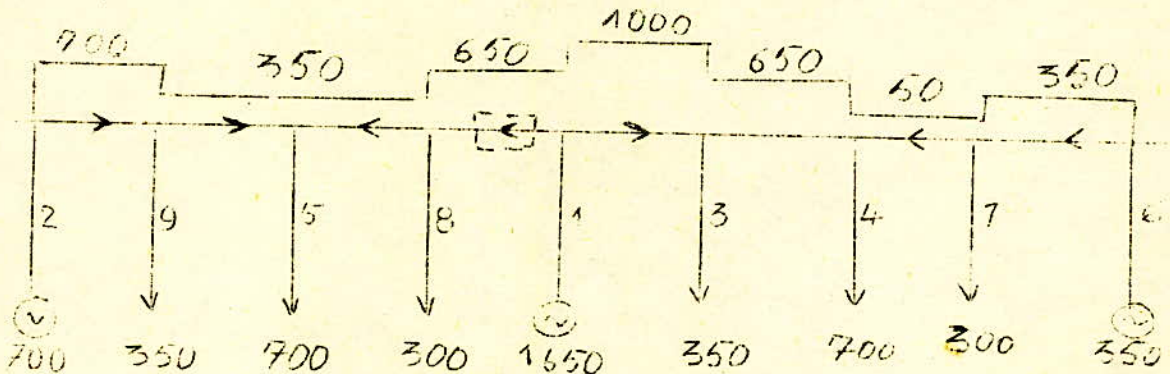
$$I_D = 600 \text{ A}$$

Cas 6

En plaçant consécutivement les départs 3,4,7 d'un côté 5,8,9 de l'autre, on aura le diagramme de répartition suivant.



Soit



De tous les cas traités, celui qui lui donne le minimum des maximum, des courants, la répartition la plus uniforme, et le courant minimum traversant le couple est le cas 5. Bien sûr il existe d'autres façons de placer les départs, mais ces derniers donneront des cas soit voisins au cas 5 soit inacceptables.

Donc finalement on prendra

$$I_{MAX} = 1050 \text{ A}$$

$$I_D = 600 \text{ A}$$

Les tableaux donnent pour $I = 1125 \text{ A}$

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

$$\text{Largeur } 60 \text{ mm}$$

$$\text{Épaisseur } 6 \text{ mm.}$$

II - 1 Sections des barres de dérivation

1°) TRANSFORMATEUR TA2.

Le courant nominal de la barre de dérivation est

$$I = 1683,6 \text{ A}$$

La section normalisée la plus proche est

$$S = 640 \text{ mm}^2 \text{ qui correspond à } I_{Adm} = 1690 \text{ A}$$

$$\text{Épaisseur } 8 \text{ mm}$$

$$\text{Largeur } 80 \text{ mm.}$$

2°) TAFOURAH 1,2 ; POIREL 1,2 ; POIREL 3,4

$$I = 700 \text{ A} \text{ d'où}$$

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

$$\text{Épaisseur } 5 \text{ mm.}$$

$$\text{Largeur } 40 \text{ mm.}$$

3°) ABK 2 , ABK 1, Mustapha 1

$$I = 350 \text{ A} \text{ d'où}$$

$$S = 90 \text{ mm}^2 \text{ qui correspond à } I_{Adm} = 405 \text{ A.}$$

$$\text{Épaisseur } 3 \text{ mm}$$

$$\text{Largeur } 30 \text{ mm.}$$

4°) RAVIN 1, RAVIN 2.

$$I = 300 \text{ A} \text{ d'où}$$

$$S = 75 \text{ mm}^2$$

$$\text{Épaisseur } 3 \text{ mm}$$

$$\text{Largeur } 25 \text{ mm.}$$

5°)- CORRECTION DE LA SECTION DES BARRES PRINCIPALES

On voit que la section de la barre de dérivation correspondant au transformateur TAd2 est supérieure à celle de la barre principale. Pour cela on augmentera la section de la barre principale en la prenant égale à celle de la barre dérivation TAd2 : donc :

Barre principale.

Section $S = 640 \text{ mm}^2$
Epaisseur 8 mm
Largeur 80 mm.

II)- LONGUEUR DES BARRES.

II - 1 Jeu de barres principal

a) Longueur total

Le poste comprend.

- 9 cellules : départs - arrivées
- 1 cellule : pour le couple longitudinal
- 2 cellules : de mesure
- 2 cellules : parafoudres.

Soit au total 14 cellules capsulées.

La largeur d'une cellule dépend :

- Des tensions entre phases^s
- Entre les barres de dérivation et les parois fixes.
- Des dimensions des disjoncteurs.

Pour les disjoncteurs à expansion de 10 à 30 Kv; on prendra approximativement une largeur de cellule de 1,3m. Ceci nous donne une longueur totale de la barre de :

$$\boxed{L_t = 14 \cdot 1,3 = 18,2 \text{ m.}}$$

b) Distance entre isolateurs

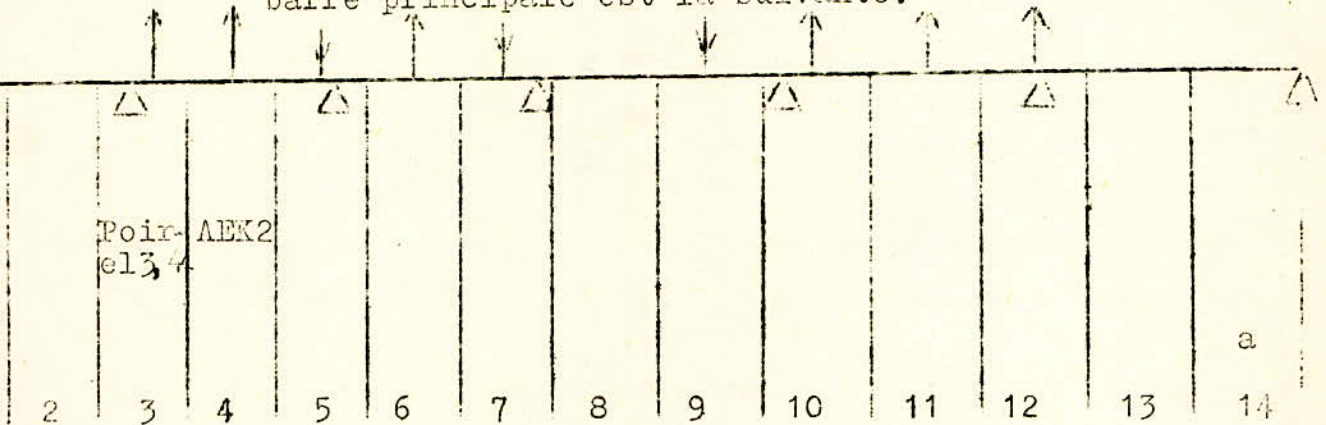
La distance entre isolateurs est prise égale à 3m.

II-2. Barres de dérivation

Les barres de dérivation ont une longueur moyenne de 0,85m.

Pour les calculs, on représentera les 3 phases par une seule barre située au milieu de la cellule.

La disposition des barres de dérivation le long de la barre principale est la suivante.



a : Largeur de la cellule.

- | | | | |
|------|----------------------|-----|------------------|
| 1;14 | Cellules parafoudre. | 10. | Cellule Ravin 1 |
| 2;13 | Cellules de mesure | 11. | Cellule Ravin 2 |
| 3 | Cellule poirel 1,2 | 12. | Cellule A E K 1. |
| 4 | Cellule AEK2 | | |
| 5 | Cellule Tafourah 1,2 | | |
| 6 | Cellule poirel 3,4 | | |
| 7 | Cellule TAd2 | | |
| 9 | Cellule Mustapha | | |
| 8 | Cellule Couple. | | |

Pour les autres dimensions du poste, elles sont normalisées et données dans le tableau suivant :

La distance a est normalisées, suivant la tension des barres et du milieu ambiant (air dans notre cas).

Les normes donnent pour $U = 10\text{Kv}$ et pour un milieu au voisinage de la mer; une distance minimum à respecter entre les différentes parties du poste. On prendra cependant un coefficient de sécurité $K_s = 1,5$.

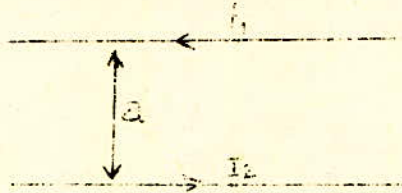
TABLEAU N° 3

	DISTANCE MINIMUM.	$a = K_s a_0$
Entre phases	16,25	24,37
Entre phase et terre	16,25	24,37
Entre phase et parois fixes.	20,15	30,22
Entre les parois sous tension et les cloisons semi mobiles	29,25	43,87
Entre les parois sous tension et les cloisons provisoires.	78	117
Entre 2 circuits consécutifs	260	390
Entre les conducteurs aériens entrant ou sortant et le sol.	585	877,5

- CHAPITRE III -

EFFORTS ELECTRODYNAMIQUES1) - CALCUL DE LA FORCE DE CHOC

Soient 2 barres parallèles traversées par 2 courants i_1 et i_2 .



- La force électrique qui s'applique sur les 2 barres par unité de longueur est donnée par la formule.

μ_0 permeabilité de l'air

- Pour les circuits triphasés ayant leurs barres parallèles et dans le même plan, les forces qui s'exercent sur les barres sont :



$$F_1 = F_3 = \frac{\mu_0}{2\pi a} i_1 i_2 + \frac{\mu_0}{2\pi 2a} i_1 i_3$$

$$F_2 = - \left(\frac{\mu_0}{2\pi a} i_2 i_3 - \frac{\mu_0}{2\pi a} i_1 i_2 \right)$$

- Equations des courants :

$$i_1 = I_m \sin(\omega t + \alpha - 0) \quad i_2 = I_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{2\pi}{3})$$

$$i_3 = I_m \sin(\omega t + \alpha - \frac{4\pi}{3})$$

Considérons le cas particulier $\alpha - \varphi = 0$ d'où :
 $i_1 = I_m \sin(\omega t)$; $i_2 = I_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$; $i_3 = I_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$.

.../...

En remplaçant les courants dans les expressions des forces on obtient :

$$F1 = F3 = \frac{U_0}{2} I_m^2 \sin wt \left(\sin(wt - \frac{2}{3} \Pi) + \frac{1}{2} \sin(wt - 4\Pi) \right)$$

$$F2 = -\frac{U_0}{2} I_m^2 \sin(wt - \frac{2\Pi}{3}) \left(\sin(wt - \frac{4\Pi}{3}) - \sin wt \right)$$

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

$$F1_{max} = F3_{max} = 0,81 \frac{U_0}{2 \Pi a} I_m^2$$

$$F2_{max} = 0,87 \frac{U_0}{2 \Pi a} I_m^2$$

On voit que la plus grande force (F2) est appliquée à la barre du milieu. On se propose donc de la calculer pour trouver la sollicitation maximum.

On a vu dans le chapitre I, celui des courants de court-circuit que le courant maximum de court-circuit avait lieu quand le circuit travaillait en charge avant la production du défaut et qu'il était capacitif ($\varphi = -\frac{\Pi}{2}$, $\psi = -\frac{3}{2} \Pi$).

Mais habituellement en régime normal les circuits ne sont pas capacitifs. Ceci nous amène à considérer que le courant maximum de court-circuit a lieu quand le circuit travaille à vide avant le court-circuit soit :

$$I_m = 0 \quad \alpha = \varphi = 0$$

Pour cette situation le courant de choc aura sa valeur maximale et les expressions des courants seront.

$$i1 = I_{pm} \left(\sin(wt + \alpha) - \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin \alpha \right)$$

$$i2 = I_{pm} \left(\sin(wt + \alpha - \frac{2\Pi}{3}) - \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin\left(\alpha - \frac{2\Pi}{3}\right) \right)$$

$$i3 = I_{pm} \left(\sin(wt + \alpha - \frac{4\Pi}{3}) - \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin\left(\alpha - \frac{4\Pi}{3}\right) \right)$$

avec $I_{pm} = \sqrt{2} I''$, $\alpha = \alpha - \varphi$

On obtient en remplaçant les courants par leur expression et après transformations trigonométriques.

$$F2 = \frac{U_0}{2 \Pi a} 2 I''^2 \frac{\sqrt{3}}{2} \left(\sin(2wt + 2\alpha - \frac{\Pi}{3}) - 2 \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin(wt + 2\alpha - \frac{\Pi}{3}) \right.$$

$$\left. \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \sin\left(2\alpha - \frac{\Pi}{3}\right) \right)$$

.../....

On remarque que cette force a 3 composantes :

- Une composante de fréquence F amortie
- " " " " 2F - non amortie
- Une composante non periodique amortie.

F2 choc sera maximum pour :

$$t = 0,01s \quad \omega = - \frac{\omega}{I2} \quad \omega t = \omega$$

En remflacant dans l'expression de F2, on obtient

$$F2 \text{ choc} = \frac{U_0}{2 I I a} \frac{2I''^2 \sqrt{3}}{2} \sin(2II - \frac{2II}{12} - \frac{II}{3}) - 2 \exp(-\frac{t}{\tau a})$$

$$\sin(\frac{II - II - II}{12 \ 3}) + \exp(\frac{t}{\tau a}) \sin(-\frac{2II}{12} - \frac{II}{3}) = - 0,87 \frac{U_0}{2 I I a} 2I''^2$$

$$1 + \exp(-\frac{0,01}{\tau a})^2$$

$$F2 \text{ choc} = - 0,87 \frac{U_0}{2 I I a} K \text{ choc} \cdot 2 \cdot I''^2 \quad \text{avec } K \text{ choc} = 1 + \exp(-\frac{0,01}{\tau a})$$

K choc est compris entre 1 et 2. On prend général une valeur moyenne de 1,8 pour les calcul.

$$K \text{ choc} = 1,8$$

2) EFFORTS STATIQUES

a) Calcul du moment de courbure maximal

Dans les installations du type intérieur, les barres sont rigides en général.

Dans les postes on distingue :

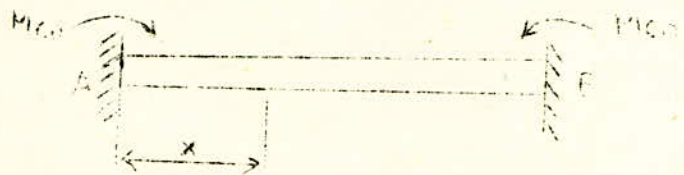
- Les barres collectrices
- Les barres de derivation (liaison entre les appareils et les barres collectrices.)

.../...

Une barre principale ou collectrice est toujours fixée à une seule de ses extrémités. C'est donc une situation intermédiaire entre le double encastrement et le double appui, du point de vue efforts statiques. On calculer a le moment de courbure maximum pour cette position intermediaire.

1) CONSIDERATION UNE BARRE DOUBLE ENCASTREE

Calculons le moment de courbure maximum M_{cmax} .



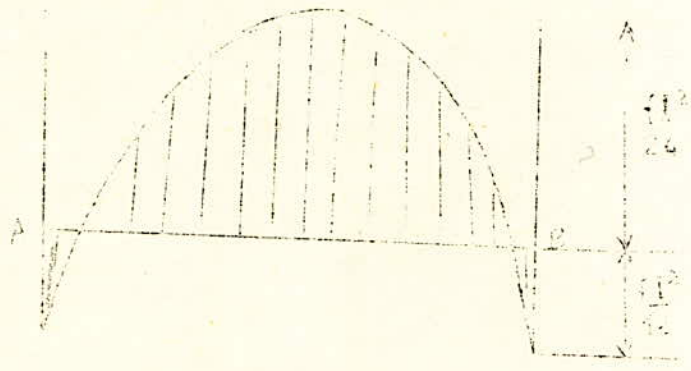
La valeur du moment de courbure au point d'abscisse x est

$$M_{cx} = M_{co} + \frac{F L x}{2} - F \frac{x^2}{2}$$

Au milieu de la barre sa valeur sera

$$M_{c\frac{L}{2}} = M_{co} + \frac{F L^2}{2}$$

Sachant que $M_{co} = - \frac{F L^2}{2}$, la variation le long de la barre sera barre sera donné par le graphique suivant :

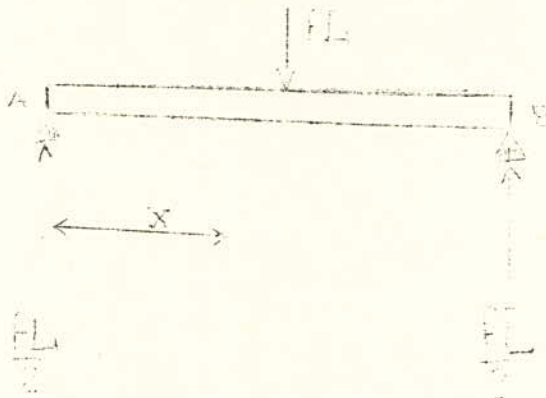


On remarque que le moment de courbure a sa plus grande valeur en A et B, donc sur les isolateurs supports. *

$$M_{cmax} = F \frac{L^2}{12}$$

.../...

2°) - CONSIDERONS UNE BARRE A DOUBLE APPUIS



On aura alors :

$$M_{\text{ex}} = \frac{FL}{2} x - \frac{Fx^2}{2}$$

Pour $x = \frac{L}{2}$:

$$M_{\text{cl}} = \frac{FL^2}{8}$$

- Variation du moment



3°) CAS INTERMEDIAIRE (reel)

On considérera une valeur moyenne entre $\frac{FL^2}{8}$ et $\frac{FL^2}{12}$ soit

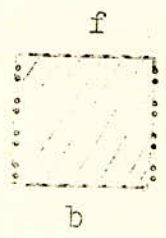
$$M_{\text{max}} = \frac{FL^2}{10}$$

.../...

b) Calcul de la contrainte statique maximale \bar{V}_{max} .

Elle est donnée par la formule

$\bar{V}_{max} = \frac{M_{emax}}{w}$ avec w = module de résistance de la section de la barre. Pour une barre rechangulaire on a :



$$w = \frac{b h^2}{2}$$

\bar{V}_{max} doit vérifier les inégalités : $\bar{V}_{max} < \bar{V}_{adm} < \bar{V}_{rupture}$
Pour que la barre résiste, on doit avoir la condition suivante vérifiée :

$$\bar{V}_{stat max} < \bar{V}_c.$$

\bar{V}_c = sollicitation à la contrainte élastique du matériel
pour le cuivre $\bar{V}_c = 2400 \text{ kg f/cm}^2$
Pour l'Aluminium $\bar{V}_c = 700 \text{ kg f/cm}^2$

EFFORTS DYNAMIQUES.

On a vu que f choc a 3 composantes :

- 2 composantes périodiques de fréquence f et $2f$,
 f étant la fréquence du réseau
- 1 composante aperiodique.

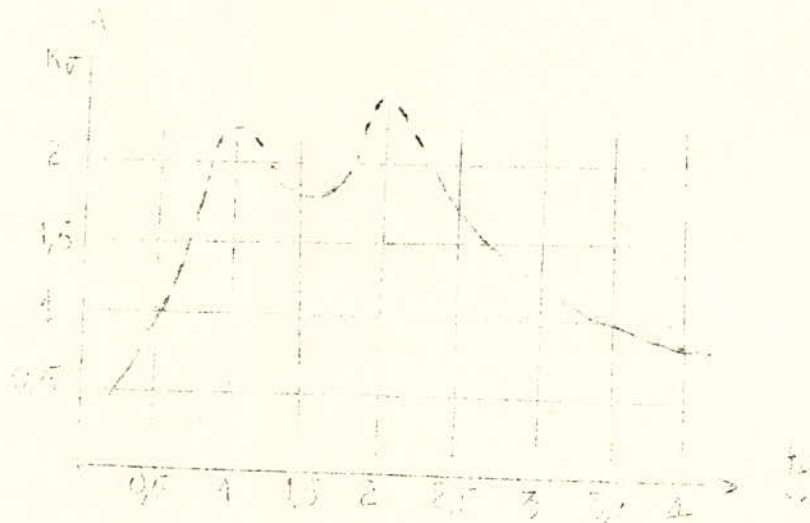
Donc pour éliminer la résonance la fréquence propre f_0 de la barre doit être différente de f et de $2f$. Afin de remédier à cela on agit sur la distance entre isolateurs.

La sollicitation maximum dynamique est donnée par :

$$\bar{V}_{maxdyn} = K_v \bar{V}_{maxstat}.$$

avec $K_v = \frac{f_0}{f_n}$: f_0 : fréquence propre de la barre
 f_n : fréquence nominale du réseau.

.../...



On a une bonne sollicitation dynamique pour :

$$\frac{F_c}{F_n} = 0 \text{ à } 0,5 \text{ et } \frac{F_c}{F_n} = 3,4 \text{ à } 4$$

Calcul de la fréquence propre de la barre.

Elle est donnée par la formule.

$$F_0 = C_1 C_2 \frac{3}{4l^3} \sqrt{\frac{EJ}{\rho P}}$$

$C_1 = 1$ pour une barre simple

l = longueur de la barre entre 2 isolateurs consécutifs

E = module d'élasticité

J = moment d'inertie de la barre

P : densité volumique

C_2 : coefficient tenant compte du fait que les barres de dérivation sont rigides ou élastiques.

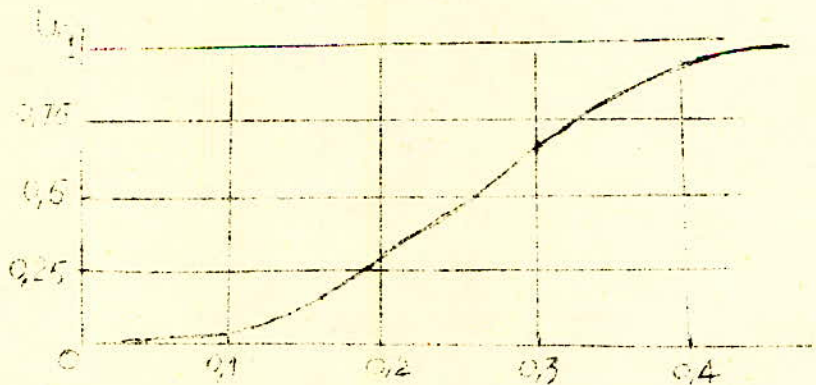
$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{54} \frac{J_r}{J} \left(\frac{l}{l_d}\right)^3 U_r}{1 + 0,6 \frac{q_r}{q} \frac{l_d}{l} U_r}}$$

- Jr : moment d'inertie de la barre de dérivation
- J : moment d'inertie de la barre principale
- l : longueur de la barre entre 2 isolateurs consécutifs
- Ur : coefficient de non symétrie fonction de $(\frac{la}{L})$ déterminé graphiquement
- la : distance entre le point de fixation de la barre de dérivation et l'isolateur le plus proche.
- qr : section de la barre de dérivation
- q : section de la barre principale

Le coefficient C caractérise les barres de dérivation. Celle-ci sont rigides dans les cas suivants :

- a) Si le moment d'inertie de la barre de dérivation est plus petit que le moment d'inertie de la barre principale, et si ld étant la longueur de la barre de dérivation on a $ld \leq 0,3 l$.
- b) Si le moment d'inertie Jd de la barre de dérivation est égal au moment d'inertie de la barre principale J et que l'on ait $ld \leq 0,6 l$
- c) Dans les autres cas on utilise des barres de dérivation élastiques.

abaque $Ur = F \left(\frac{La}{L} \right)$



On doit avoir $\bar{V}_{dyn} \leq 2 \bar{V}$ coupure

.../...

A P P L I C A T I O N

1) CALCUL DE LA FORCE DE CHOC

$$F2 \text{ choc} = \frac{(1,8)^2 \cdot 0,87 \cdot U_0}{2 \cdot II \cdot a} \cdot 2(II)^2$$

Le courant sur transitoire maximum trouvé sur port II est

$$II = 22,64 \text{ KA}$$

$$a = 24,37 \text{ cm (donné par tableau N°)}$$

$$U_0 = 4II \cdot 10^{-7}$$

D'où : $F2 \text{ choc} = 2371,49 \text{ N/m}$:

2) EFFORTS STATIQUES

a) Calcul du moment de courbure maximal.

Le moment statique est déterminé par la formule

$$M_{\text{cstat}} = F \cdot \frac{L^2}{10}$$

F : poids par mètre de barre

L = 3m distance entre 2 isolateurs support.

la densité volumique du cuivre est $p = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kgf/m}^3$.

La section de la barre principale étant de 640 mm^2 .

On aura :

$$F = 640 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 8,9 \cdot 10^3 = 5,696 \text{ kgf/m}$$

$$F = 55,82 \text{ N/m.}$$

D'où

$$M_{\text{cstat}} = 55,82 \cdot (3)^2 = 50,24 \text{ N.m}$$

b) Contrainte statique max : stat max

- module de resistance W

$$W = \frac{bh^2}{2} = \frac{80 \cdot 10^{-3} \cdot (8 \cdot 10^{-3})^2}{2} = 320 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$$

- contrainte statique $\bar{\sigma}_{\text{max}}$

$$\bar{\sigma}_{\text{stat max}} = \frac{M_{\text{cstat}}}{W} = \frac{50,24}{320 \cdot 10^{-9}} = 157 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

.../...

$$\boxed{\begin{array}{l} \vdots \\ \vdots \bar{V} \text{ stat max} = 1602 \text{ kgf/cm}^2 \\ \vdots \end{array}}$$

- Vérification à la condition $\bar{V} \text{ stat max} \leq \bar{V}_c$.

Pour le cuivre on a $\bar{V}_c = 2400 \text{ kgf/cm}^2$

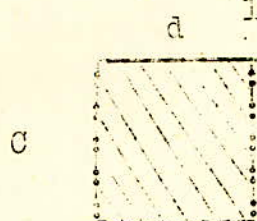
Le resultat obtenu montre que l'inégalité est conservée
donc on conserve la section choisie.

.../...

3) EFFORTS DYNAMIQUES

a) Moments d'inertie des barres; longueurs l_a ; rapport $\frac{l_a}{l}$,

$$u = f\left(\frac{l_a}{l}\right)$$



$$J = \frac{cd^3}{12}$$

Barres	Largeur et hauteur mm	Section mm ²	$J = \frac{cd^3}{12}$ (mm ⁴)	l_a cm	$\frac{l_a}{l}$	$U_r = f\left(\frac{l_a}{l}\right)$
Principale	d = 8 c = 30	640	3413			
EA2	d = 8 c = 30	640	3413	50	0,167	0,175
Tafourah 1,2	d = 5	200	416,6	10	0,033	0,3
Poirel 1,2	c = 30			30	0,1	0,025
Poirel 3,4				115	0,38	0,875
ABK 2	d = 3	90	57,5	140	0,47	1
ABK 1	c = 30			0	0	0
Mustapha 1				90	0,3	0,85
Ravin 1	d = 3	75	56,25	40	0,13	0,087
Ravin 2	c = 25			130	0,43	1

$$0,5 l = 0,6.3 = 1,8 \text{ m}$$

$$0,3 l = 0,3.3 = 0,9 \text{ m.}$$

Sachant que $l_d = 0,85 \text{ m}$, on voit que pour tous les les départs, les conditions de barres rigides sont vérifiées. Toutes les barres de dérivation seront donc rigides.

.../...

b) Calcul des coefficients C₂

$$C_2 = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{64} \frac{J_r}{J} \left(\frac{l}{l_d}\right)^3 U_r}{1 + 0,6 \frac{q_r}{q} \frac{l_d}{l} U_r}}$$

L = 3 m , J = 3413 mm⁴ , l_d = 0,85 m.

Barres	$\frac{q_r}{q}$	$\left(\frac{l}{l_d}\right)^3$	$\frac{l_d}{l}$	$\frac{J_r}{J}$	U _r	C ₂
TAd2	1	43,98	0,28	1	0,175	1,46
Tafourah 1,2	0,312	43,98	0,28	0,122	0,025	1,11
Poirel 1,2					0,875	1,01
Poirel 3,4						1,29
ABK 2	0,14	43,98	0,28	0,02	1	1,05
ABK 1					0	1
Mustapha					0,65	1,036
Ravin 1	0,117	43,98	0,28	0,0165	0,087	1,004
Ravin 2					1	1,04

c) Calcul de la fréquence propre de la barre et de V_{dynam}

$$f_0 = C_1 C_2 \cdot \frac{3}{4l^2} \sqrt{\frac{EJ}{Pq}}, \quad V_{dynam} = K_v \overline{V_{statmax}}$$

- Module d'elasticité pour le cuivre.

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

- Densité volumique du cuivre.

$$p = 8,910^3 \text{ kgf/m}^3$$

- q = 640 mm² , l = 3m , J = 3413 mm⁴ , C₁ = 1

$$D'où f_0 = C_2 \cdot \frac{3}{4 \cdot (3)^2} \sqrt{\frac{3413 \cdot 10^{-12} \cdot 13 \cdot 10^9 \cdot 9,8}{8,9 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 640 \cdot 10^{-6}}}$$

.../...

$$f_0 = C_2 \cdot 0,23$$

. On aura donc pour les différents départs

Dérivation	C_2	(H3) $f_0 = 0,23C_2$	$\frac{f_0}{f_n}$	KV	$\frac{\text{kgf/cm}^2}{\text{V}}$ $\overline{V}_{\text{dymmax}} = KV$ $\overline{V}_{\text{maxstat}} = KV$ 1602.
TAd2	1,46	= 0,33	0,0066	0,3	480,6
Tafourah 1,2	1,11	0,25	0,005	0,3	480,6
Poiriel 1,2	1,01	0,23	0,0046		
Poiriel 3,4	1,29	0,296	0,0059		
AEK 2	1,05	0,24	0,0048	0,3	480,6
AEK 1	1	0,23	0,0046		
Mustapha 1	1,036	0,238	0,0046		
Ravin 1	1,004	0,23	0,0046	0,3	480,6
Ravin 2	1,04	0,239	0,0047		

La condition : $\overline{V}_{\text{dymmax}} / \overline{V}_{\text{statmax}}$ est toujours vérifiée, donc la distance de 3 mètre isolateurs support sera conservée.

: CHAPITRE IV :

EFFORTS THERMIQUES

Etant donné qu'en régime de court-circuit le courant augmente fortement, il s'en suit un dégagement de chaleur par effet foule d'une quantité de chaleur importante vue sa proportionnalité au carré du courant. Les barres doivent donc résister aux efforts thermiques.

La quantité de chaleur est divisée en 2 parties :

- a) Chaleur emmagasinée dans le conducteur.

$$Q_1 = CMdT$$

- T¹ : échauffement du conducteur par rapport au milieu ambiant et le conducteur.
- M : Masse du conducteur.
- C : Chaleur spécifique.

- b) Chaleur transmise au milieu ambiant

$$Q_2 = \lambda ST dt$$

- λ : Coefficient de transmission de la chaleur vers le milieu ambiant.
- S : Surface latérale du conducteur.
- T : Différence de température entre le milieu ambiant et le conducteur.
- t : Temps..

La chaleur totale sera.

: $Q = Ri^2at = CMdT + \lambda STdt$:

R : Résistance de la barre.

Pour placer le conducteur dans les conditions les plus défavorables, on considère que la transmission de la chaleur vers le milieu ambiant est nulle.

D'où :

$$\boxed{i^2 R dt = CM dT} \quad (2)$$

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

D'autre part on a

- Résistance : $R = R_0 (1 + \alpha \theta)$
- Chaleur spécifique $C = C_0 (1 + \beta \theta)$

On peut faire l'approximation $dT = d\theta$, la chaleur étant proportionnelle à la température.

L'expression (2) devient

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

Soit :

$$\boxed{i^2 \cdot \frac{\rho_0}{S} (1 + \alpha \theta) \cdot \frac{1}{S} dt = C_0 (1 + \beta \theta) \gamma LS d\theta} \quad (4)$$

D'où :

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

Soit en intégrant :

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

$t_0 = 0$ temps initial de court-circuit
 t : durée du court-circuit
 θ_i : température initiale du conducteur
 θ_f : température finale du conducteur.

.../...

On a

$$\frac{Co\gamma}{p_0} = \int_{0i}^{0f} \frac{1 + B\theta}{1 + \alpha\theta} = \frac{Co\gamma}{p_0} \left[\frac{\alpha - B}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha\theta f) + \frac{B}{\alpha} \theta f \right]$$

$$- \frac{Co\gamma}{p_0} \left[\frac{\alpha - B}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha\theta i) + \frac{B}{\alpha} \theta i \right] \quad (7)$$

On pose :

$$A(\theta) = \frac{Co\gamma}{p_0} \left[\frac{\alpha - B}{\alpha^2} \ln(1 + \alpha\theta) + \frac{B}{\alpha} \theta \right]$$

$$\int_0^t i^2 dt = A(\theta f) - A(\theta i)$$

$A(\theta i)$ et $\int_0^t i^2 dt$ sont connus, θf est lue sur le graphe

$$A(\theta) = f(\theta).$$

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

Le courant i a 2 composantes $i = i_a + i_p$

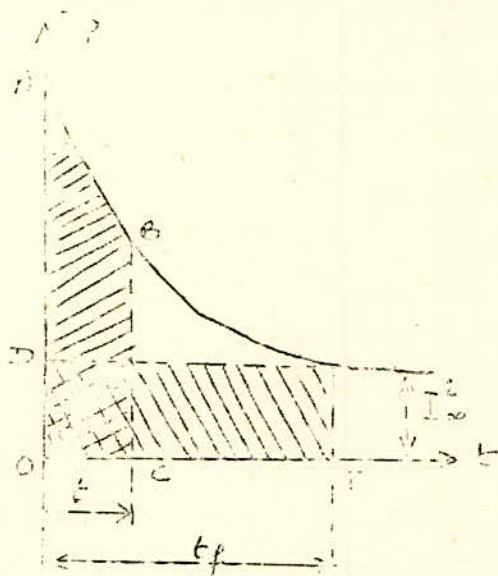
$$\text{D'où } \int_0^t i^2 dt = \int_0^t (i_p + i_a)^2 dt = \int_0^t i_p^2 dt + \int_0^t i_a^2 dt$$

en négligeant le terme $2 \int_0^t i_p i_a dt$

$\int_0^t i_p^2 dt$, se peut être calculé directement, mais on le détermine
à l'aide des diagrammes grâce au temps fictif. Le temps
fictif t_f est le temps au bout duquel si le conducteur est
parcouru par un courant périodique stabilisé donne la même
quantité de chaleur, que dans le cas où le conducteur est
parcouru par un courant normal de court-circuit au bout d'un
temps t .

2.

Considérons la courbe $I_p^2 = f(t)$
1) et sans R.A.T

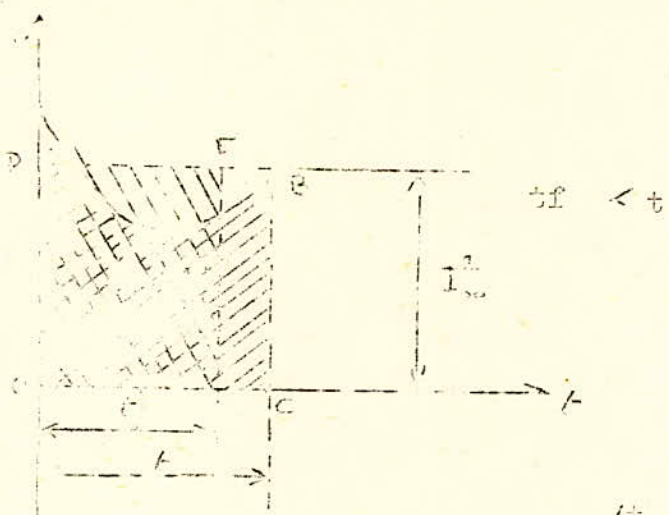


$$\int_0^t I_p^2 dt = \text{Surface OABC}$$

l'aire OABC est proportionnelle à la chaleur dégagée d'où on détermine une surface OEDFEF égale à la surface OABC.

OC = t = durée du court-circuit
 CE = t_f = temps fictif.
 t_f > t.

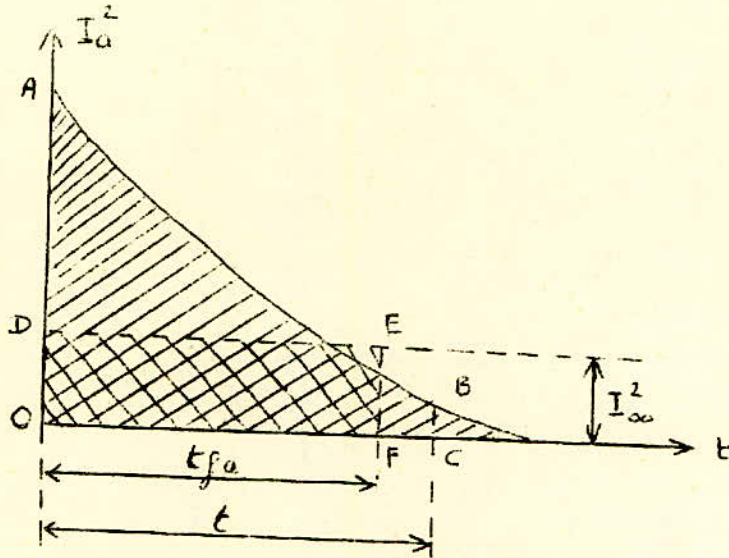
2ème) Avec RAT



Le diagramme nous donne : $I_p^2 \infty t_{fp} = \int_0^t I_p^2 \cdot dt$

t_{fp} est le temps fictif donné par la courbe t_{fp} = f(B)
 avec B = I_p

De même pour le calcul de $\int_0^t I_p^2 dt$ on fait appel au courant fictif périodique t_{fa}.



De la même façon que précédemment

$$I_{\infty}^2 t_{fa} = \int_0^t I_a^2 dt$$

Détermination de t_{fa}

$$i_a = \sqrt{2} I'' \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right)$$

$$t_{fa} = \frac{1}{I_{\infty}^2} \int_0^t \left[2I''^2 \exp\left(-\frac{t}{T_a}\right) \right]^2 dt = 2 \left(\frac{I''}{I_{\infty}} \right)^2 \int_0^t \exp\left(-\frac{2t}{T_a}\right) dt$$

$$\frac{I''}{I_{\infty}} = B \longrightarrow t_{fa} = B^2 T_a \left[1 - \exp\left(-\frac{2t}{T_a}\right) \right]$$

Preons pour T_a une valeur moyenne T_a = 0,05, et un temps de déclenchement égal à 0,1s. On obtient :

$$\exp\left(-\frac{2t}{T_a}\right) = \exp\left(-\frac{2 \cdot 0,1}{0,05}\right) = \exp(-4) \neq 0$$

D'où finalement.

$$t_{fa} = B^2 T_a$$

. En pratique on considère le cas où il existe un RAT d'où I_{oop} = I_{oa}.

.../...

Ce qui nous donne.

$$\int_0^t i^2 dt = \int_0^t I_p^2 dt + \int_0^t I_a^2 dt = I_{\infty}^2 t_{fp} + I_a^2 t_{fa} = I_{\infty}^2 (t_{fp} + t_{fa})$$

$$t_{fp} + t_{fa} = t_f \quad t_f = t_{fp} + t_{fa}$$

$$\frac{1}{S^2} \int_0^{\theta} i^2 dt = A(\theta_f) - A(\theta_i) = \frac{1}{S^2} I_{\infty}^2 t_f.$$

$$S = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_f}}{\sqrt{A(\theta_f) - A(\theta_i)}} \quad \text{ou} \quad A(\theta_f) = \frac{I_{\infty}^2 t_f}{S^2} + A(\theta_i)$$

I_{∞} en A , t_f en secondes, S en mm^2

APPLICATION

JEU DE BARRES PRINCIPAL.

$$S = 640 \text{mm}^2, I'' = 22,64, I_{\infty} = 23,4$$

$$B = \frac{I''}{I_{\infty}} = \frac{22,64}{23,4} = 0,97$$

Calculons la température finale de la barre et voyons si elle dépasse la température limite du cuivre qui est de 250°C .

t_{fp} est donné par la courbe. $t_{fp} = g(B, t)$

Pour $B = 0,97$ et $t = 0,2\text{s}$ \longrightarrow $t_{fp} = 0,61\text{s}$

D'autre part on a.

$$t_{fa} = B^2 t_a = (0,97)^2 \cdot 0,05 = 0,047\text{s}$$

$$\text{D'où } t_f = t_{fp} + t_{fa} = 0,61 + 0,047 = 0,657\text{s}.$$

.../...

la température initiale est $\theta_i = 50^\circ \text{C}$.

D'où l'on tire d'après les courbes $A(\theta_i) = f(\theta_i)$
pour $\theta_i = 50^\circ \text{C}$ $A(\theta_i) = 0,875 \text{ 10\%}$.

D'où on tire

$$A(\theta_f) = \frac{I^2 \rho a t f}{S^2} + A(\theta_i).$$

$$A(\theta_f) = \frac{(23,40)^2 \cdot 0,657}{(640)^2} + 8750$$

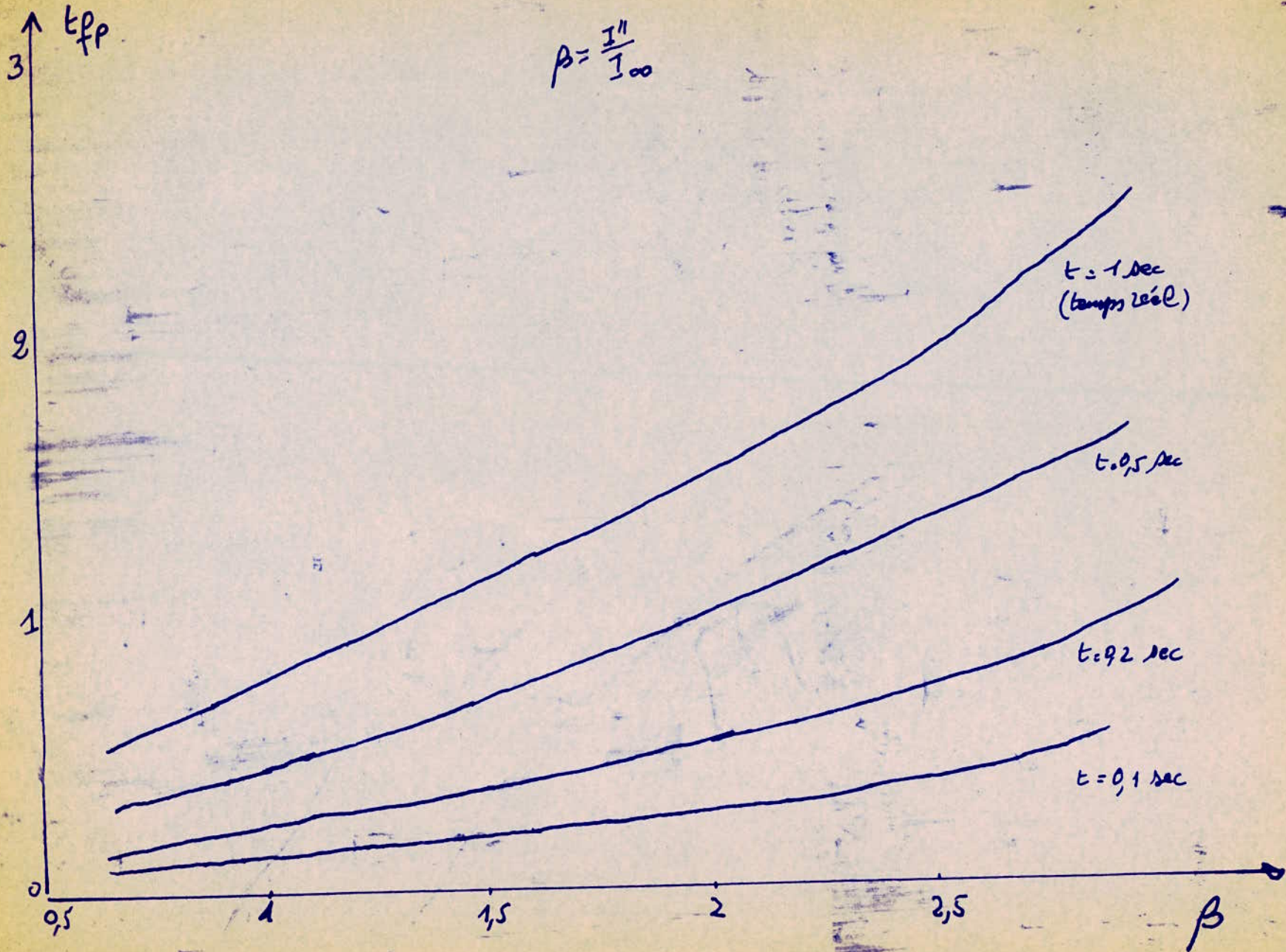
$$A(\theta_f) = 880 + 8750 = 9630$$

D'où $\theta_f = 55^\circ \text{C}$.

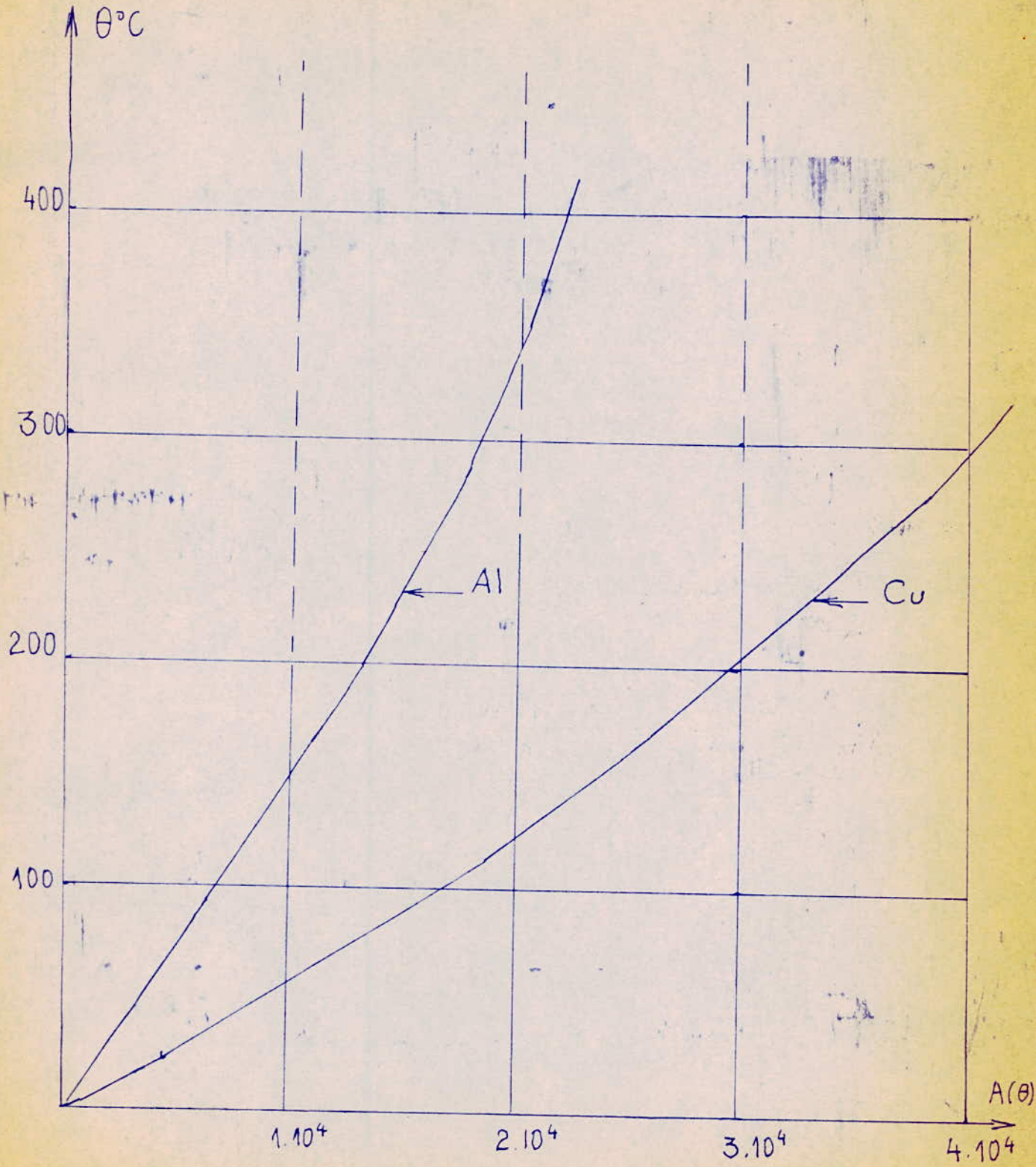
La variation de température est de 5°C et la t° finale reste toujours inférieure à la t° admissible du cuivre.

La section de 640 mm^2 est conservée.

$$\beta = \frac{I''}{I_{00}}$$



etc



: CHAPITRE V :

CHOIX DES APPAREILS

1) Disjoncteurs :

Les disjoncteurs sont choisis à l'aide des caractéristiques suivantes :

- Tension nominale
 - Courant nominal
 - Courant de coupure ou puissance de coupure
 - Type d'installation (intérieure ou extérieure).
- La tension nominale du disjoncteur doit correspondre à la tension nominale du système ou il est placé.
 - Le courant nominal doit être plus grand que le courant maximum de charge de durée du circuit ou est placé l'appareil.
 - Le courant de coupure doit être plus grand que la valeur efficace du courant de déclenchement (on le prendra pour $t = 0,1$ s) - Dans ces conditions on peut considérer uniquement la composante périodique du courant, l'aperiodique étant bien amortie.
 - Le disjoncteur doit résister à n'importe quel court-circuit symétrique ou non, mais pour les installations avec neutre non isolé généralement les courants de court-circuit non symétriques sont limités par des dispositifs appropriés tels que bobine pettersen...,etc

.../...

A P P L I C A T I O N

Tous les disjoncteurs du circuit étudié ont une tension nominale de.

: : Un = 10 Kv :

- Ils sont tous du type intérieur.
- Les courants de coupure sont les courants de court-circuit maximum de déclenchement ($t = 0,1s$) dans les branches correspondantes, majorés de 20 %.

Les courants déclenchement sont calculés à partir des courbes de calcul.

- Les courants nominaux seront les courants nominaux des branches correspondantes.

Les caractéristiques sont groupés dans le tableau (4) suivant :

2) - Sectionneurs

Les sectionneurs sont choisis à l'aide des caractéristiques suivantes :

- Tension nominale
- Courant nominale
- Type d'installation (intérieure ou extérieure)

Les sectionneurs dans notre cas tous du type intérieur. Leur tension nominale sera de 10 Kv, et leur courant nominal sera celui du disjoncteur auquel, il sont reliés. Donc les courants nominaux seront aussi donné pas le tableau (4) suivant.

.../....

- 102 -
 Caractéristiques des disjoncteurs et sectionneurs
 $U_n = 10 \text{ kV}$ Tableau 4

Disjoncteur	I_n du disjoncteur et du sectionneur correspondant (A)	Courant de déclenchement: $I_d = C_i I_k$ (kA)	Courant de coupure $I_c = 1,2 I_d$ (kA)
Hamma F-6	560	$19,53 \cdot 0,32 = 6,24$	7,50
Amirauté 2-Taf 2 Amirauté 1-Taf 1	350	$19,53 \cdot 0,16 = 3,12$	3,86
Mustapha 1	350	$19,45 \cdot 0,54 = 10,5$	12,6
Hamma-Must	700	$21,3 \cdot 0,362 = 7,7$	9,25
Tafourah 1-2	700	$19 \cdot 0,83 = 15,77$	18,9
AEK 1 ou AEK 2	350	$15,56 \cdot 1 = 15,56$	18,7
Ravin 1	300	$8,9 \cdot 1 = 8,9$	10,7
Ravin 2	300	$9,23 \cdot 1 = 9,23$	11,08
Cuve 1	300	$4,8 \cdot 1 = 4,8$	5,76
Poirel 1-2	700	$18,26 \cdot 1 = 18,26$	22,2
Poirel-Chai	350	$13,8 \cdot 1 = 13,8$	16,56
Tafourah-Chai	350	$11,48 \cdot 1 = 11,48$	13,8
El-Biair A	350	$6,75 \cdot 1 = 6,75$	8,1
Tafourah 1	350	$19,1 \cdot 0,77 = 14,63$	17,6
Amirauté 1	350	$19 \cdot 0,219 = 4,16$	5
Poirel 3-4	700	$19,53 \cdot 0,86 = 16,9$	20,3
Mustapha-Poirel	350	$19,45 \cdot 0,16 = 3,06$	3,67
Poirel 3 ou 4	350	$19,53 \cdot 0,43 = 8,46$	10,18
Self AEK	350	$7,1 \cdot 1 = 7,1$	8,52
Self Mustapha	> 350	$7,34 \cdot 1 = 7,34$	8,8
Poirel 1 ou 2	350	$10,36 \cdot 1 = 10,36$	12,4
Tad 2	1683	$10,98 \cdot 1 = 10,98$	13,2
Aurassi 4 Tafourah 4	350	$8,52 \cdot 1 = 8,52$	10,22

- Caractéristiques des disjoncteurs .

Un = 10 Kv.

(TABLEAU 4).

Disjoncteur	Courant nominal du disjoncteur et du sectionneur correspondant (A).	Id = Ci Ik. : déclenchement	KA
Hamma FG	560	19,53.0,32=	6,24
Amirauté 2.Taf2.	350	19,53.0,16=	3,12
Amirauté 1.Taf1.	350	19,45.0,54 =	10,5
Mustapha 1	700	21,3.0,362 =	7,7
Tafourah 1,2	700	19.0,83 =	15,77
AEK1 ou AEK2	350	15,56.1 =	15,56
Ravin 1	300	8,9. 1 =	8,9
Ravin 2	300	9,23.1 =	9,23
Duve 1	300	4,8. 1 =	4,8
Poirel 1,2	700	18,26.1 =	18,26
Poirel-chai	350	13,8 .1 =	13,8
Tafourah chai	350	11,48.1 =	11,48
El-Biar A	350	6,75.1 =	6,75
Tafourah 1	350	19,0,77 =	14,63
Amirauté 1	350	19.0,219 =	4,16
Poirel 3,4	700	19,53.0,86=	16,9
Mustapha-Poirel	350	19,45.0,16 =	3,06
Poirel 3 ou 4	350	19,53.0,43 =	8,46
Arassi 4	350	8,52.1 =	8,52
Tafourah 4	350	7,1 .1 =	7,1
Elf ABE	350	7,1 .1 =	7,1
Elf Mustapha	350	7,34.1 =	7,34
Poirel 1 ou 2	350	10,36.1 =	10,36
12	1683	10,98 =	10,98

- C O N C L U S I O N -

Le réseau d'alimentation de la ville d'Alger est assez souple dans son ensemble, mais si nous nous intéressons particulièrement au poste Port II (10 Kv), on voit qu'une amélioration serait souhaitable.

1) La disposition actuelle des départs n'est pas la meilleure.

2) Si l'on suppose une avarie sur le demi jeu de barre rattaché au transformateur TAd2 ou sur le TAd2 lui même, on constate que l'on ne peut alimenter les postes Tafourah, Poirel; et Abdelkader sans sacrifices.

3) Une étude plus complète exigerait la connaissance des consommations maximales relatives à chaque poste du réseau ce qui n'a pu être malheureusement recueilli chez SONEGAS.

4) Les sections des câbles issus du Hamma devraient certainement être augmentées, afin de faciliter le transit d'une énergie plus importante vers les postes d'Amirauté et de Mustapha. Une étude complète sur ces deux derniers postes serait souhaitable.

5) Une solution visant l'amélioration du poste Port II serait d'ajouter un deuxième jeu de barre de secours et de supprimer le disjoncteur longitudinal existant. Le schéma proposé du poste est donné par la planche - 3 -.

Bien sûr cette solution doit s'accompagner d'une étude technico économique.

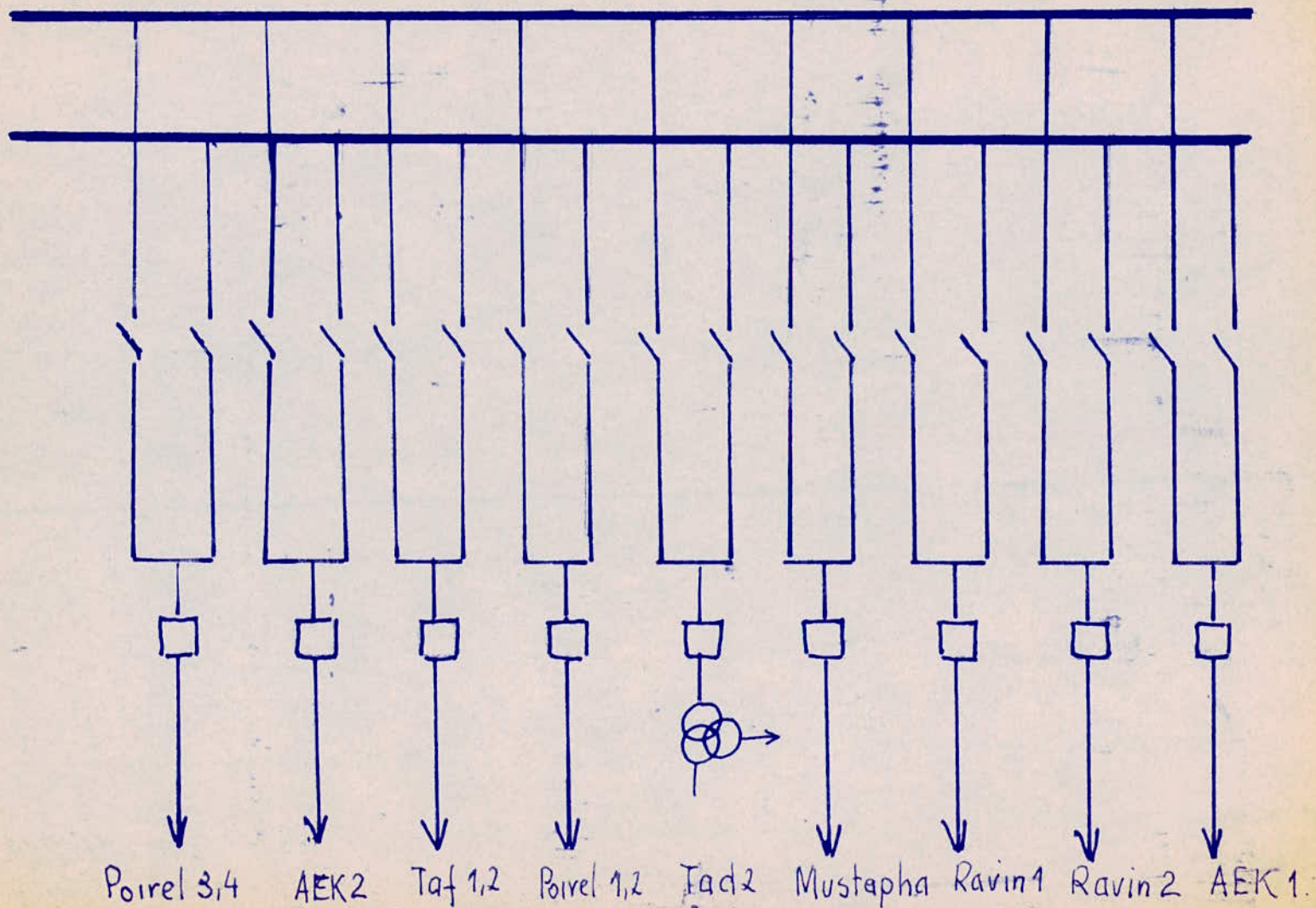
- Le jeu de barre actuel est dimensionné pour un courant de 2000 A, soit une section de 1000 mm^2 il est donc surdimensionné.
- Tous les courants de coupure des disjoncteurs actuels des départs de Port II sont identiques et ont pour valeur :

$$I_c = 28 \text{ KA.}$$

D'après le tableau 4, on voit que le plus grand courant de coupure obtenu ne dépasse pas ~~18,26 KA~~. 22,2 KA

Leur surdimensionnement s'expliquerait, par un soucis d'extension probable.

- Les courants de Court-Circuit minimum, peuvent éventuellement servir pour le calcul de la protection par relais.



Poirel 3,4

AEK2

Taf 1,2

Poirel 1,2

Tad2

Mustapha

Ravin1

Ravin2

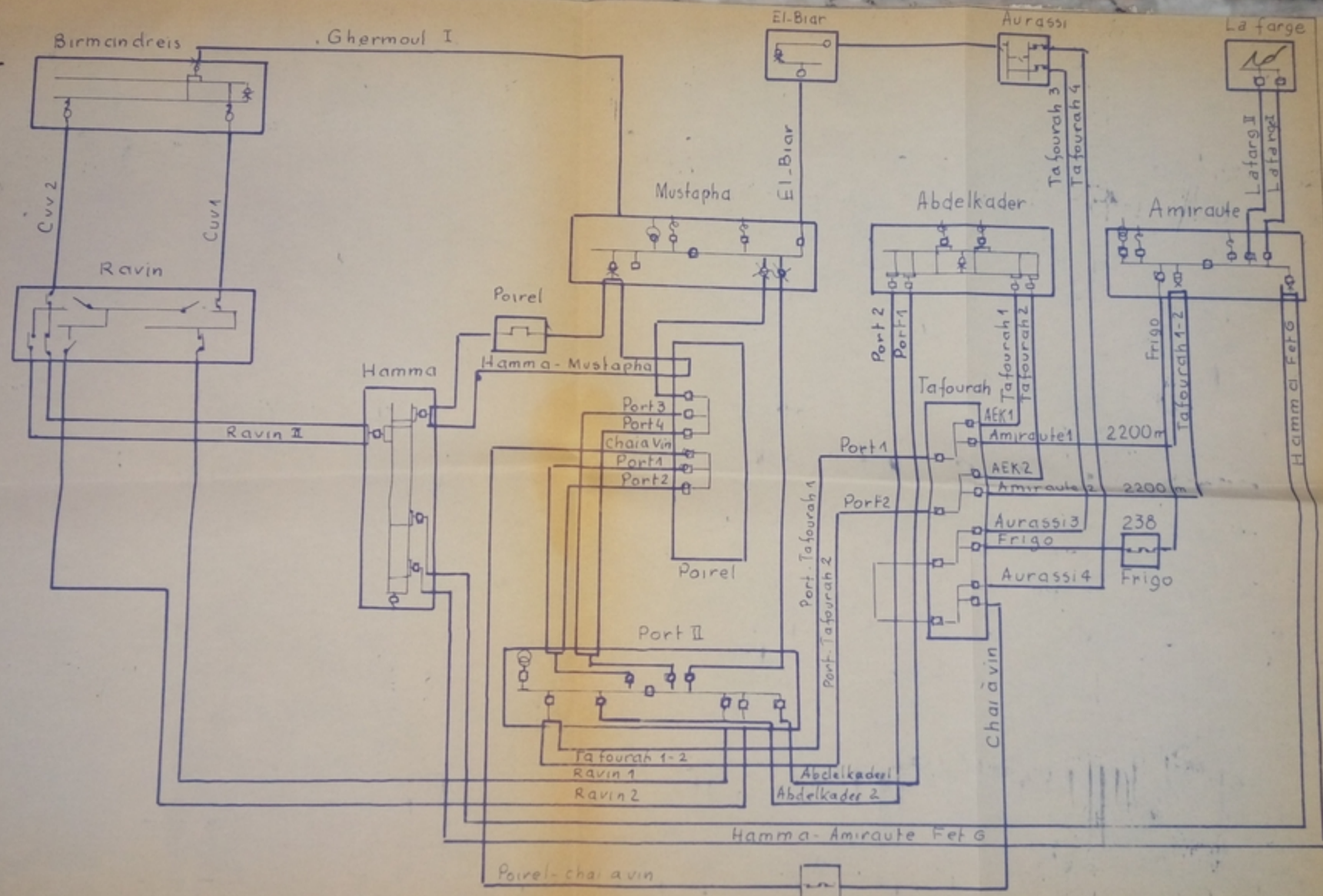
AEK1

AZIZI

Schema proposé pour le poste de 10kV Port II

No

PA 003/75
 AV P. de T. ms - 2.



SCHEMA GENERAL

Charavin