

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

Gm. 0249

PROJET DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION

TITRE

*Production et Distribution  
d'Énergie Électrique  
à la Sonacos.  
Ziguinchor.*

DATE : MAI 1988

AUTEUR :

DIRECTEUR :

CO-DIRECTEUR :

*Mamadou L. Sambé  
J. Sabutin  
Ch. Fall*

A mes parents

A mes frères et soeurs

A mes amis

A tous ceux qui ont contribué  
à ma réussite

## REMERCIEMENT

J'adresse mes sincères remerciements à:

-Mr I.SABATIN ,mon professeur et directeur de projet

-Mr Ch. SALL,mon directeur externe;chef du service électrique de la SONACOS

-Mr R. NDOUR ,Directeur technique de la SONACOS Zchor

-MM P.B.KHOUMA et J.M.BENGA,élèves ingénieurs,qui ont été très disponibles

J'exprime toute ma gratitude à tous ceux qui ont participé à la réussite de projet de fin d'étude.

## SOMMAIRE

Le facteur de puissance de la production de la SENELEC n'apparaît pas de façon évidente dans les relevés journaliers .Il peut être mauvais pendant que ceux de la production totale et de l'usine sont acceptables(cas de la marche en parallèle ).

Le facteur de puissance de la production de la SENELEC est mauvais.

L'interconnection SONACOS-SENELEC est une source de secours pour l'usine.

L'alimentation d'une usine doit avoir une possibilité de continuité de service en régime d'avarie et un circuit de charges prioritaires.

Dans cette présente étude les points suivants ont été analysés:

-Au chapitre 1,nous avons étudié le régime optimal du turbo-alternateur et analysé la possibilité d'utiliser le moins possible la SENELEC.

-Au Chapitre 2,les courants de court-circuit sont calculés pour les différents modes d'alimentation de l'usine.

-Au Chapitre 3,la continuité d'alimentation est réalisé par le bouclage du réseau au niveau du secondaire des transformateurs.

-Au Chapitre 4,on a étudié le circuit prioritaire avec le démarrage automatique des groupes électrogènes.

-Au Chapitre 5,l'analyse de la compensation du facteur de puissance a montré les causes et abouti à une solution qui permet de réaliser beaucoup d'économie dans les factures d'énergie.

Enfin des recommandations sont données dans la conclusion pour une meilleure utilisation de ce présent document.

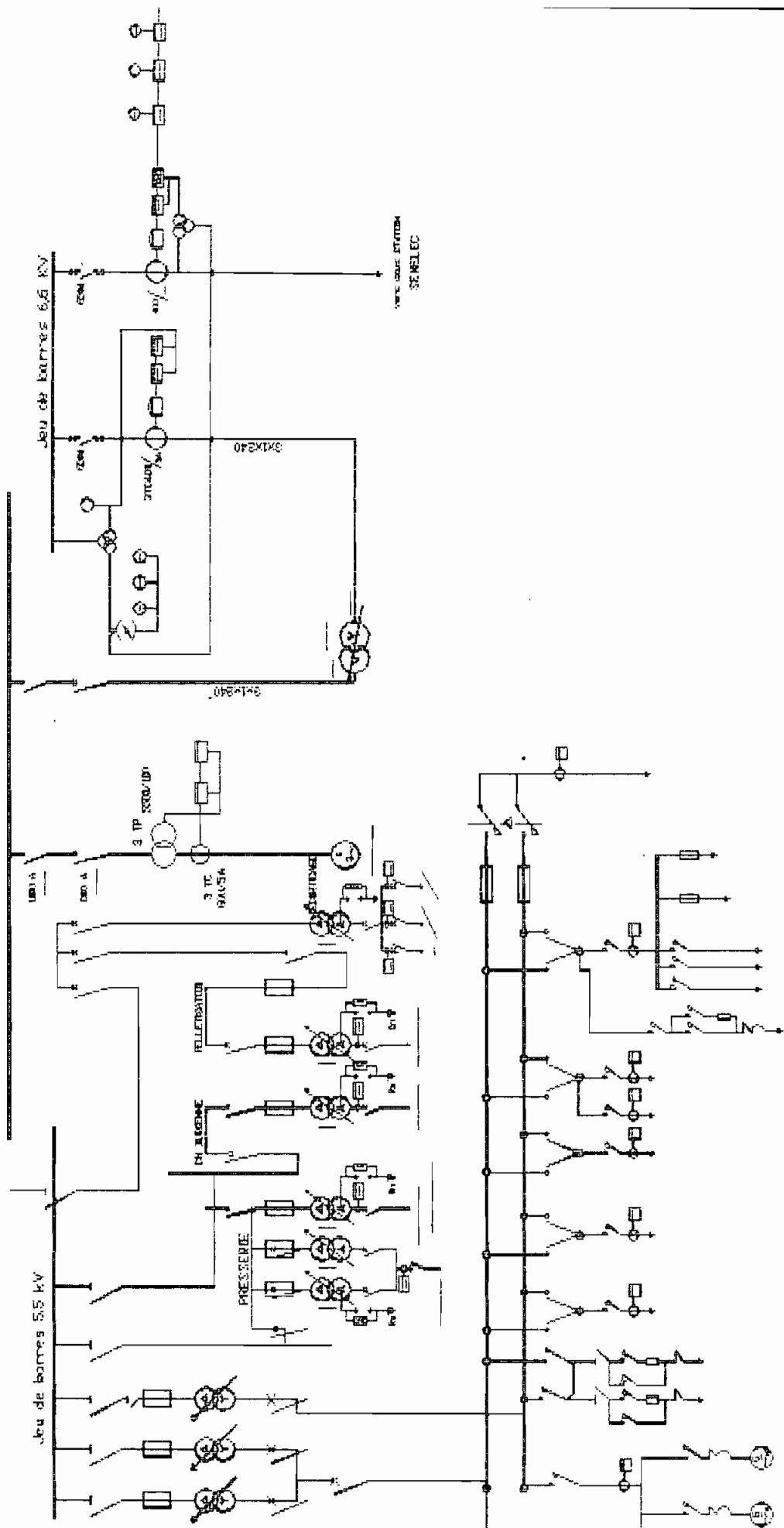


TABLE DES MATIERES

PAGE

Introduction

Chapitre 1 REGIME OPTIMAL DU TURBO-ALTERNATEUR

Chapitre 2 CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT

Chapitre 3 CONTINUITE D'ALIMENTATION

-DIMENSIONNEMENT DU BOUCLAGE

-AVANTAGES DU BOUCLAGE

Chapitre 4 ALIMENTATION DE SECOURS

Chapitre 5 ANALYSE TECHNIQUE ET RENTABILITE DE LA COMPEN-  
-SATION DU FACTEUR DE PUISSANCE

-ESTIMATION DES ECONOMIES D'ENERGIE

Chapitre 6 CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

## INTRODUCTION

L'objet de ce projet de fin d'étude est de trouver les améliorations possibles que l'on peut apporter dans la production et la distribution d'énergie à la SONACOS ZCHOR. Actuellement, il est de première nécessité pour nos industries nationales d'avoir un coût de production le moins élevé possible. Aussi, les économies d'énergie comme les modifications dans les processus de fabrication sont une solution à ce problème. Ces économies sont réalisables en apportant quelques modifications qui permettent de réduire les pertes actives dans la distribution et la production d'énergie électrique dans l'usine. Le facteur de puissance détermine à plus d'un titre ces pertes parfois très importantes dans l'industrie.

## CHAPITRE 1 REGIME OPTIMAL DU TURBO-ALTERNATEUR

La SONACOS connaît deux cycles de fonctionnement : la CAMPAGNE et l'INTERCAMPAGNE.

Aussi la consommation d'énergie varie suivant les deux modes de marche précités.

La production est assurée par une centrale électrique qui comprend :

- un turbo-alternateur de 5MVA
- deux groupes électrogènes de 600kVA chacun
- une interconnection avec la SENELEC

Le turbo-alternateur est accouplé à une turbine à vapeur alimentée par la chaudière. La vapeur produite par la chaudière est utilisée dans le processus de fabrication de l'huile et par la turbine. Les coques d'arachide servent de combustible à la chaudière pour la production de vapeur. Par conséquent le coût de l'énergie obtenue à partir du turbo-alternateur est très bon marché du fait de la production du combustible.

L'utilisation rationnelle et optimale des ressources énergétiques est un problème très préoccupant dans l'industrie.

Pour des raisons de continuité d'alimentation de l'usine, la SONACOS et la SENELEC sont interconnectées. Cette interconnection permet l'émission et la réception d'énergie de la SENELEC à la SONACOS et vice-versa.

Malgré son autonomie, la SONACOS utilise souvent la SENELEC pour satisfaire ses besoins en énergie.

La facture annuelle de l'usine s'élève à plus de 50 millions de



nos francs.

Ce montant demande à réfléchir sur l'opportunité de l'interconnection SONACOS-SENELEC.

#### ANALYSE DU REGIME OPTIMAL

La campagne de l'usine s'étale sur huit à neuf mois par année. La moyenne de la consommation d'énergie de l'usine calculée pour les années 86 et 87 est de l'ordre de 570000 kWh, soit 200000 kWh par jour.

Selon les statistiques et la puissance du turbo-alternateur, sa production journalière peut atteindre 100000kWh pour les années 86 et 87 sa production moyenne mensuelle est de 950000 kWh soit 30500 kWh par jour.

La production du turbo-alternateur couvre largement les besoins de l'usine. La consommation de la SONACOS n'atteint que 60% de la production. Malgré cela, la SENELEC est très souvent utilisée comme source d'appoint.

Le régime optimal du turbo-alternateur peut être fixé à 40000kWh, ce qui correspond à une marche à 50% de sa puissance nominale.

Il arrive que l'usine ait des pointes de demande ou que la centrale soit à l'arrêt. Il est alors nécessaire dans ces cas d'utiliser une autre source d'alimentation. Aussi il est d'usage de faire recours à la SENELEC dans ce cas, bien que le coût soit très élevé.

Les groupes diesels dont dispose la SONACOS peuvent bien remplacer la SENELEC dans la fourniture d'énergie en appoint et en secours lorsque le turbo-alternateur est à l'arrêt. Les tableaux de la production d'énergie active par la SENELEC des années 86 et 87 montrent que le maximum demandé le plus fréquent est de l'ordre

de 25000 kWh par jour; ce qui peut être assuré par les groupes électrogènes (2x600 kVA).

Il s'avère possible et plus économique d'utiliser la SENELEC seulement en intercampagne, puisqu'elle produit de l'électricité à partir de groupes diesels (centrale de Boutoute).

En considérant un même coût de production, l'utilisation des groupes de la SONACOS élimine les taxes sur la valeur ajoutée (TVA), les pénalités dues à un mauvais facteur de puissance et l'intérêt appliqué dans le prix du kWh.

## SONACOS ZIGUINCHOR ETAT STATISTIQUE 1986

## PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

MOIS	ENERGIE				ACTIVE		
	: PRODUCTION				: DISTRIBUTION		
	B.B.	C.D.	SENELEC	TOTAL	SENELEC	SONACOS	TOTAL
JANVIER	1000	7200	66500	74700	100	0	100
FEVRIER	698000	6200	23200	727400	298300	412204	710504
MARS	419000	2000	37400	458400	0	363235	363235
AVRIL	637000	1500	47500	686000	76400	517622	594022
MAI	550000	1300	65500	616800	0	464652	464652
JUIN	469000	3900	75700	548600	0	415202	415202
JUILLET	789000	44200	28900	862100	192400	540538	732938
AOUT	735000	2000	50100	787100	290100	442846	732946
SEPTEMBRE	650000	0	59000	709000	360400	350274	710674
OCTOBRE	0	300	141800	142100	0	55733	55733
NOVEMBRE	0	0	133800	133800	0	44000	44000
DECEMBRE	0	900	54200	55100	0	42806	42806

## SONACOS ZIGUINCHOR ETAT STATISTIQUE 1986

## PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

MOIS	ENERGIE				ACTIVE		
	: PRODUCTION				: DISTRIBUTION		
	B.B.	C.D.	SENELEC	TOTAL	SENELEC	SONACOS	TOTAL
JANVIER	1000	7200	66500	74700	100	0	100
FEVRIER	698000	6200	23200	727400	298300	412204	710504
MARS	419000	2000	37400	458400	0	363235	363235
AVRIL	637000	1500	47500	686000	76400	517622	594022
MAI	550000	1300	65500	616800	0	464652	464652
JUIN	469000	3900	75700	548600	0	415202	415202
JUILLET	789000	44200	28900	862100	192400	540538	732938
AOUT	735000	2000	50100	787100	290100	442846	732946
SEPTEMBRE	650000	0	59000	709000	360400	350274	710674
OCTOBRE	0	300	141800	142100	0	55733	55733
NOVEMBRE	0	0	133800	133800	0	44000	44000
DECEMBRE	0	900	54200	55100	0	42806	42806

1987

ENERGIE

REACTIVE

PRODUCTION

DISTRIBUTION

B.B.	C.D.	SENELEC	TOTAL	SENELEC	SONACOS	SVCE.GL	TOTAL
1000	7300	5300	13600	1800	0	0	1800
633000	5100	900	639000	76800	562200	4730	643730
347000	1900	2900	351800	0	351800	3930	355730
1437000	1700	2400	1441100	27900	413200	4320	445420
299000	1200	800	301000	4300	296700	4530	305530
260000	3600	800	264400	530	264400	5620	270550
509000	3100	5400	517500	60700	456800	6720	524220
550000	1800	3300	555100	81200	473900	0	555100
506000	2000	1300	509300	104200	405100	24230	533530
0	300	1700	2000	12100	2000	30080	44180
0	0	800	800	14900	0	0	14900
0	1100	1000	2100	13000	0	0	13000

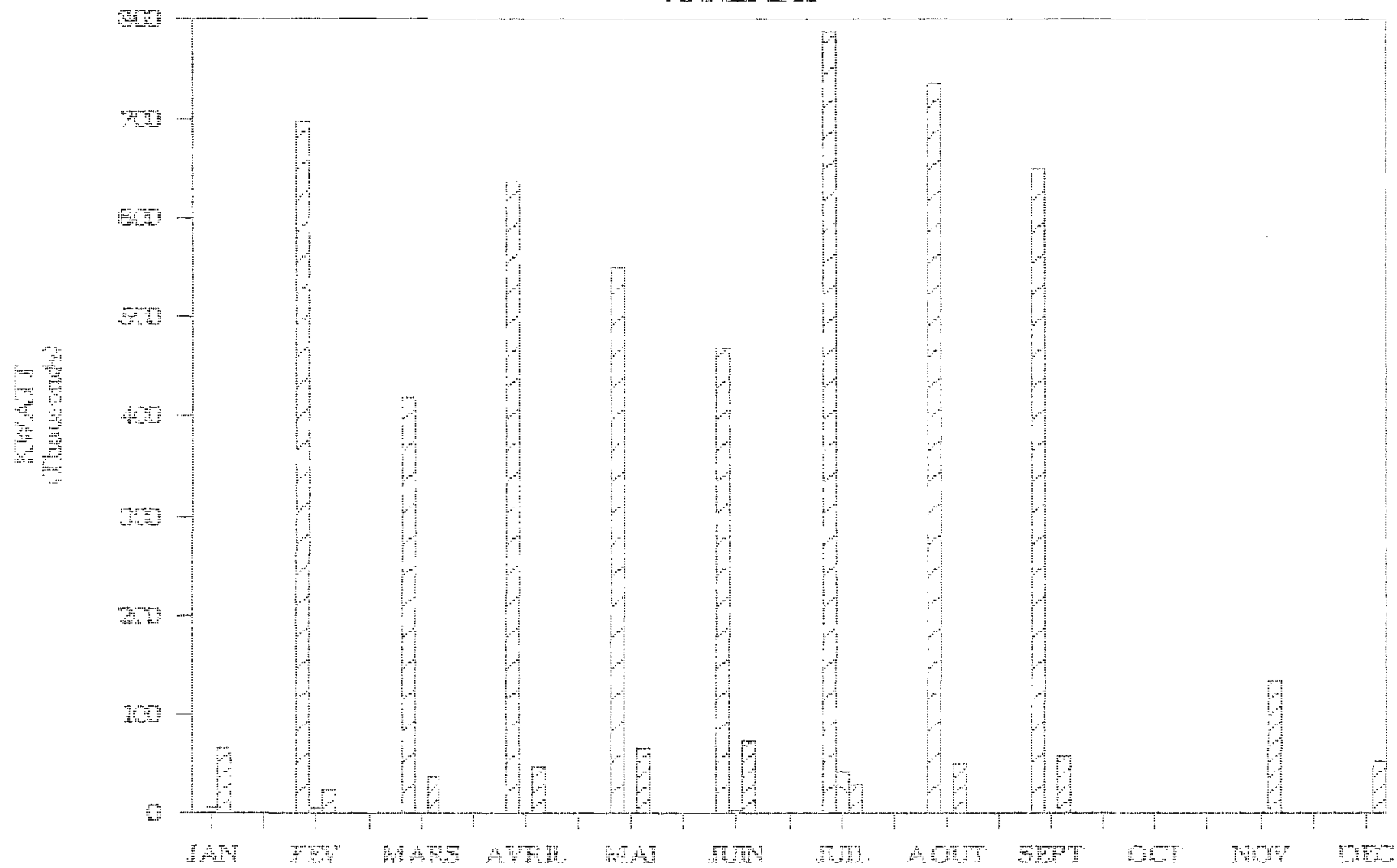
4

1987

ENERGIE REACTIVE							
PRODUCTION				DISTRIBUTION			
B.B.	C.D.	SENELEC	TOTAL	SENELEC	SONACOS	SVCE.GL	TOTAL
1000	7300	5300	13600	1800	0	0	1800
633000	5100	900	639000	76800	562200	4730	643730
347000	1900	2900	351800	0	351800	3930	355730
1437000	1700	2400	1441100	27900	413200	4320	445420
299000	1200	800	301000	4300	296700	4530	305530
260000	3600	800	264400	530	264400	5620	270550
509000	3100	5400	517500	60700	456800	6720	524220
550000	1800	3300	555100	81200	473900	0	555100
506000	2000	1300	509300	104200	405100	24230	533530
0	300	1700	2000	12100	2000	30080	44180
0	0	800	800	14900	0	0	14900
0	1100	1000	2100	13000	0	0	13000

# PRDUCTION D'ENERGIE ACTIVE

ANNEE 1986



MR BOYER



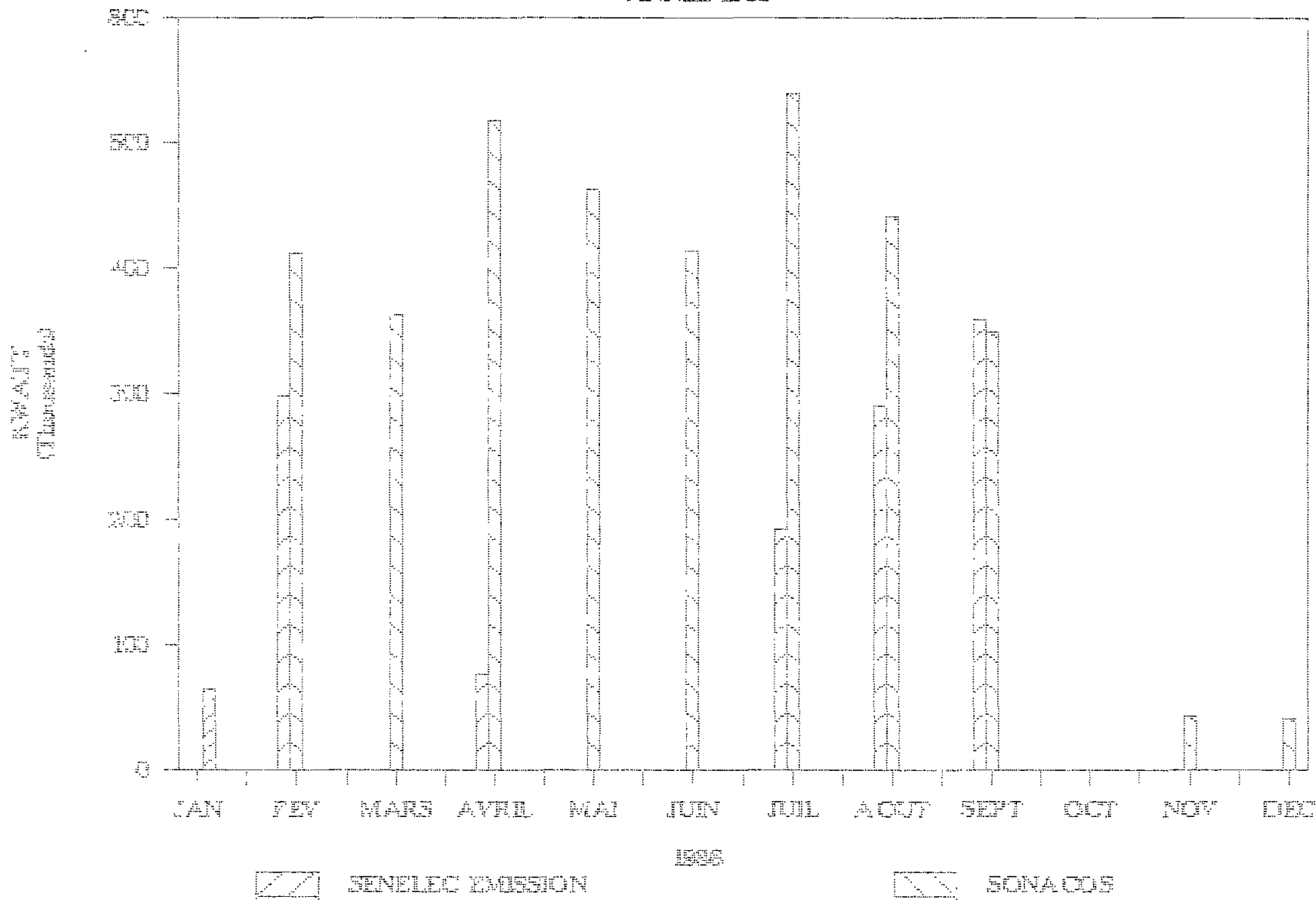
CENTRALE DIESELS



RESELEC RECEPTION

# DISTRIBUTION D'ENERGIE ACTIVE

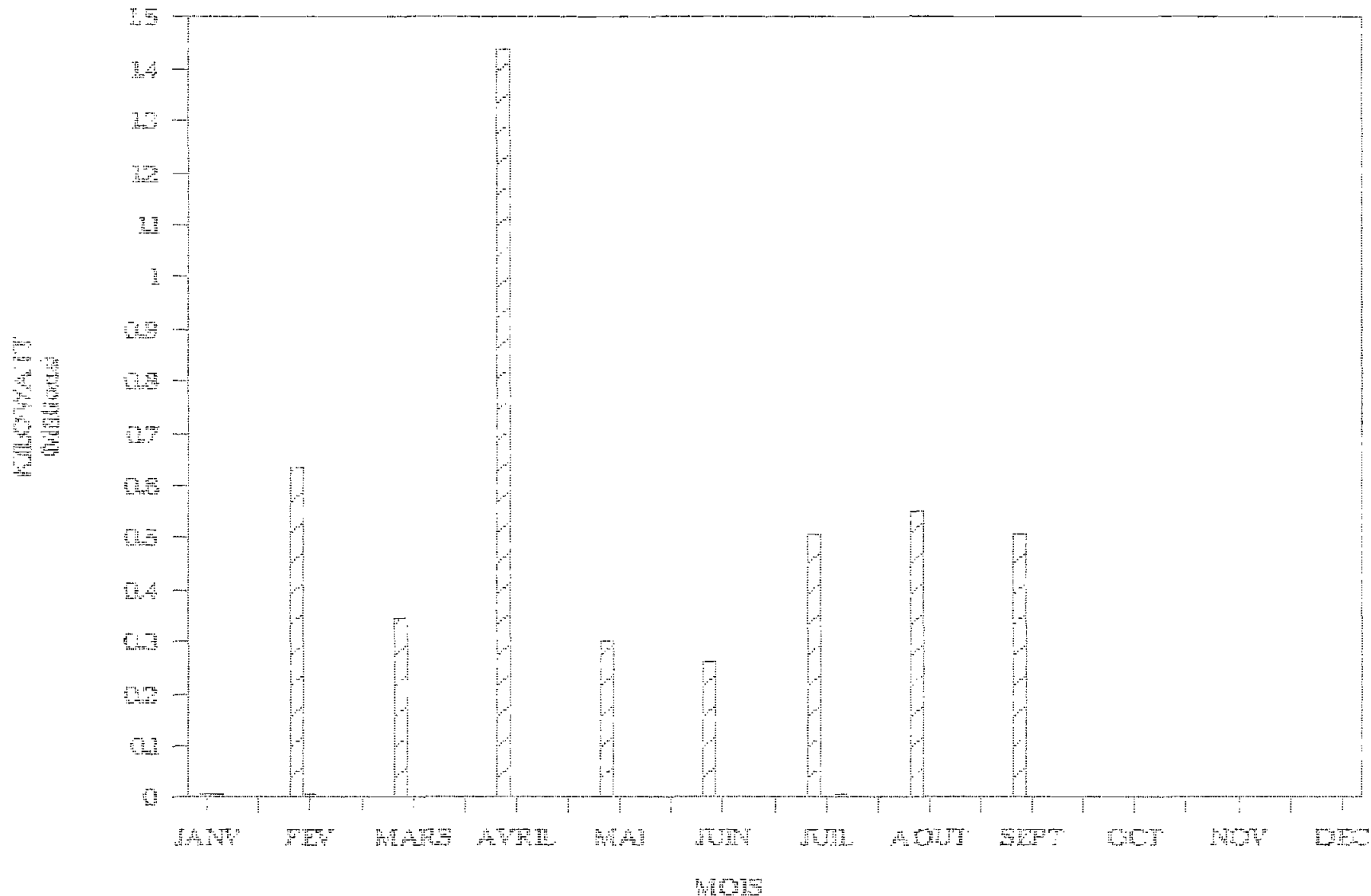
ANNEE 1983





# PRODUCTION D'ENERGIE REACTIVE

ANNEE 1988



WY BOVERI



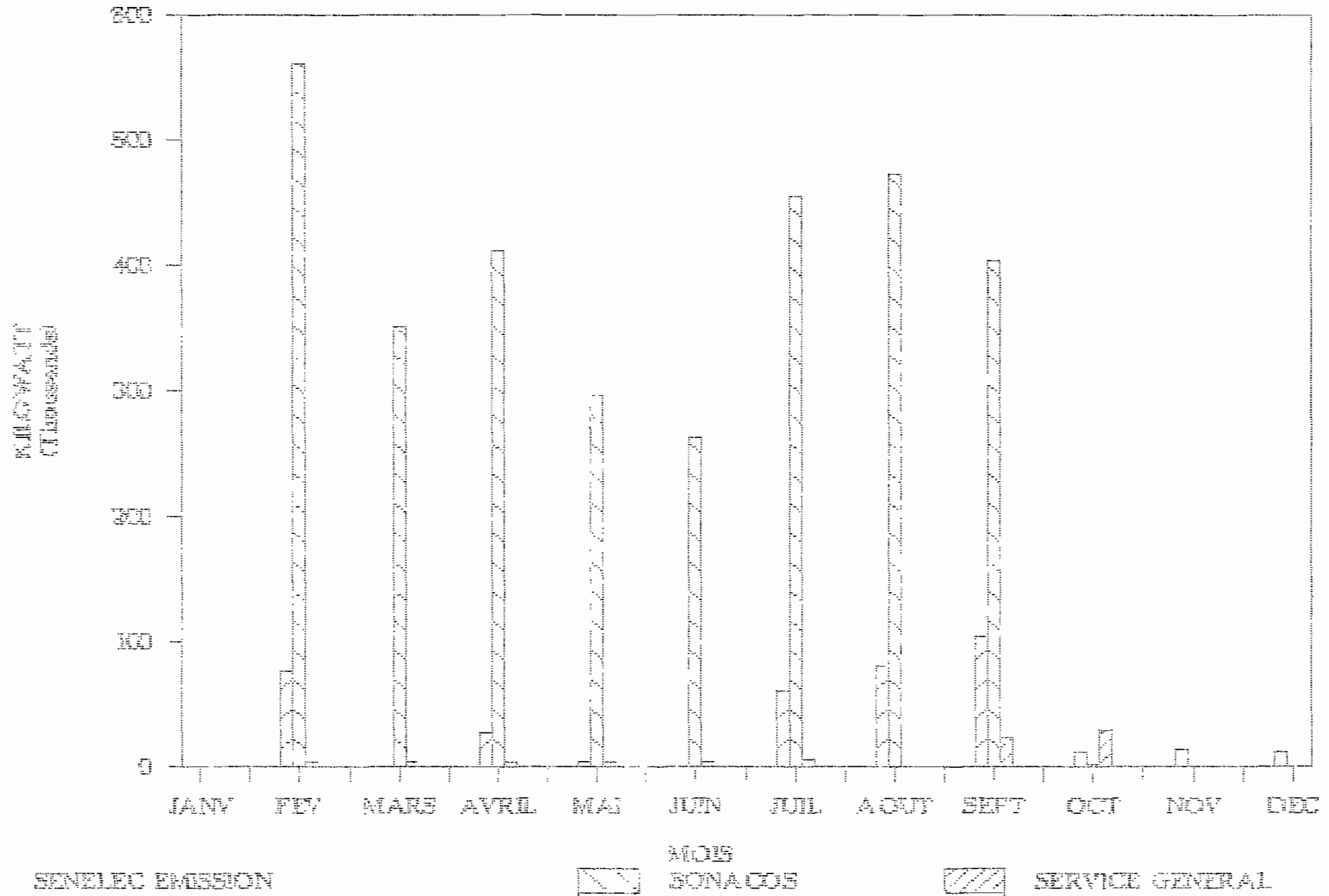
CENTRALE DIESELS



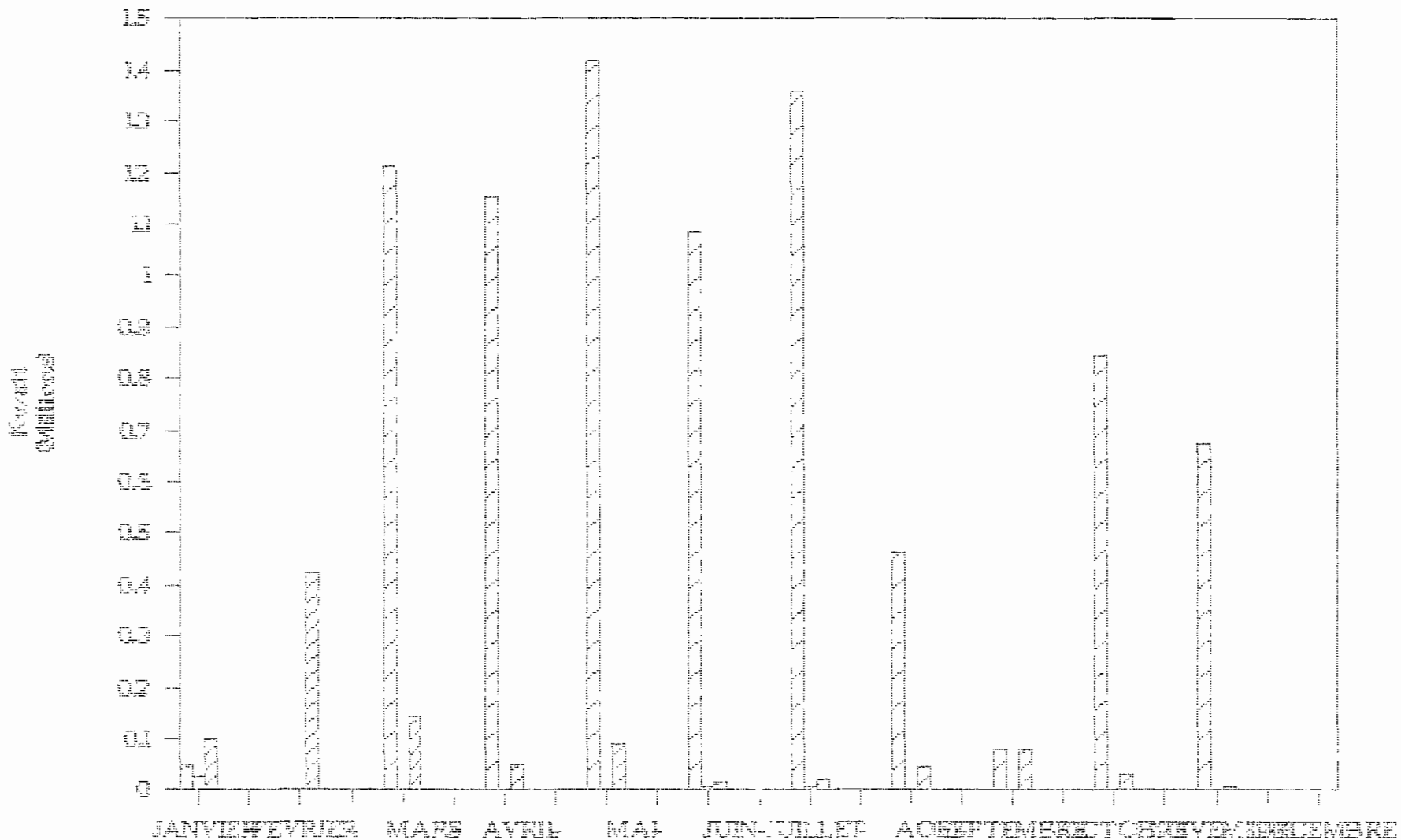
GENELEC RECEPTION

# DISTRIBUTION D'ENERGIE REACTIVE

ANNEE 1985



# PRODUCTION ENERGIE ACTIVE



MW BOVERI



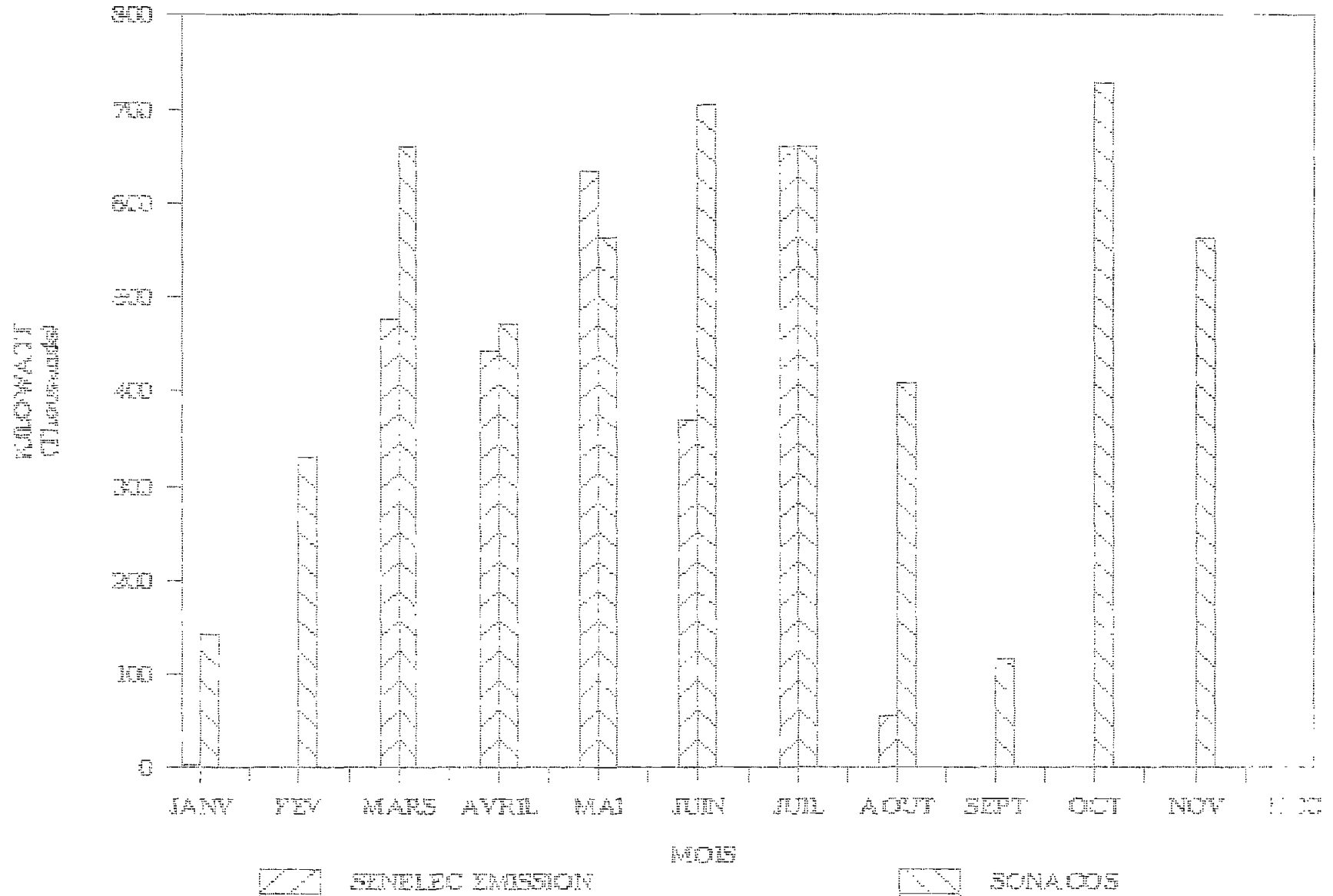
CENTRALE DIESELS



SENELEC RECEPTION

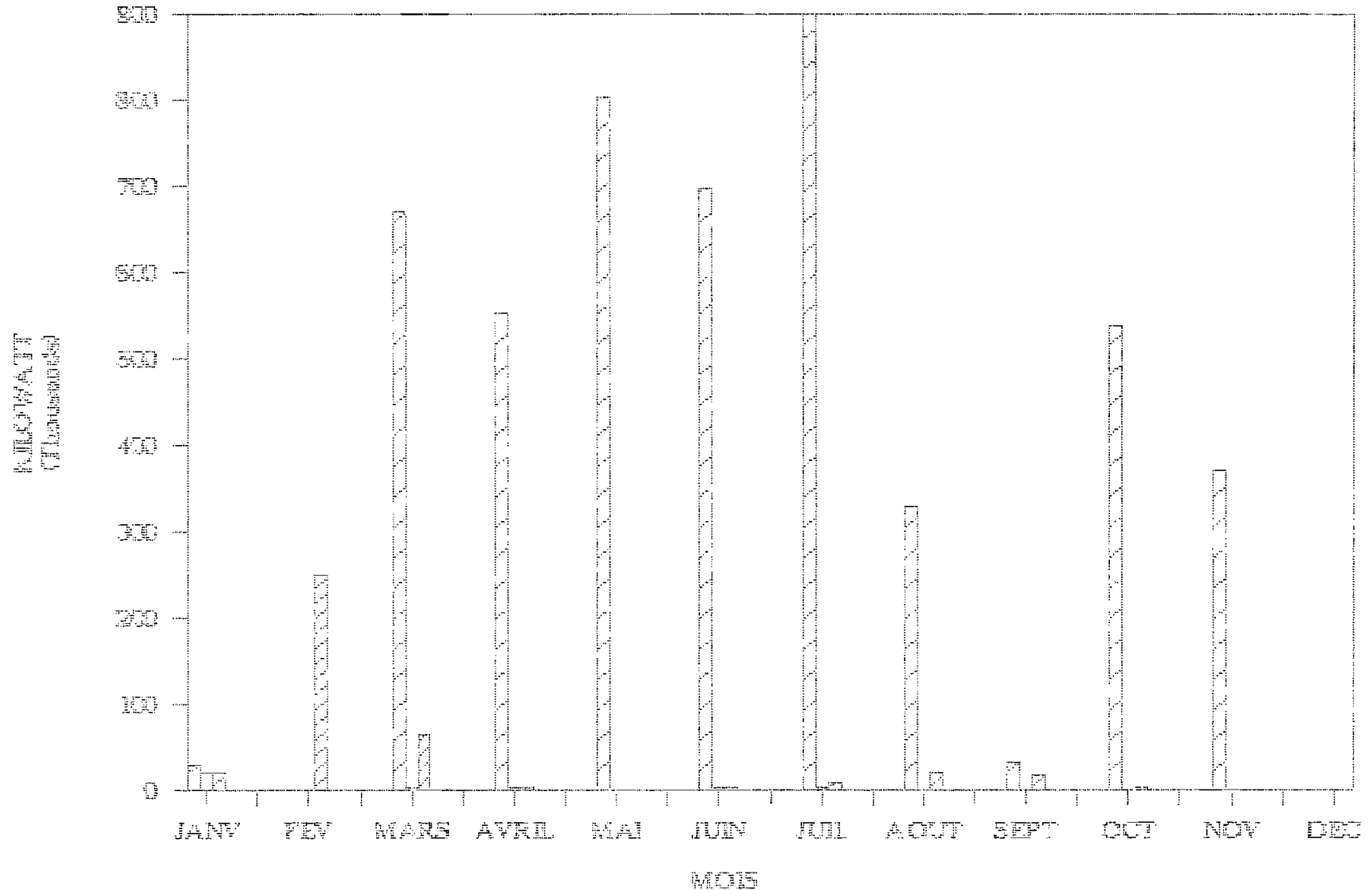
# DISTRIBUTION D'ENERGIE ACTIVE

ANNEE 1987



# PRODUCTION D'ENERGIE REACTIVE

ANNEE 1987



IN SOVERE



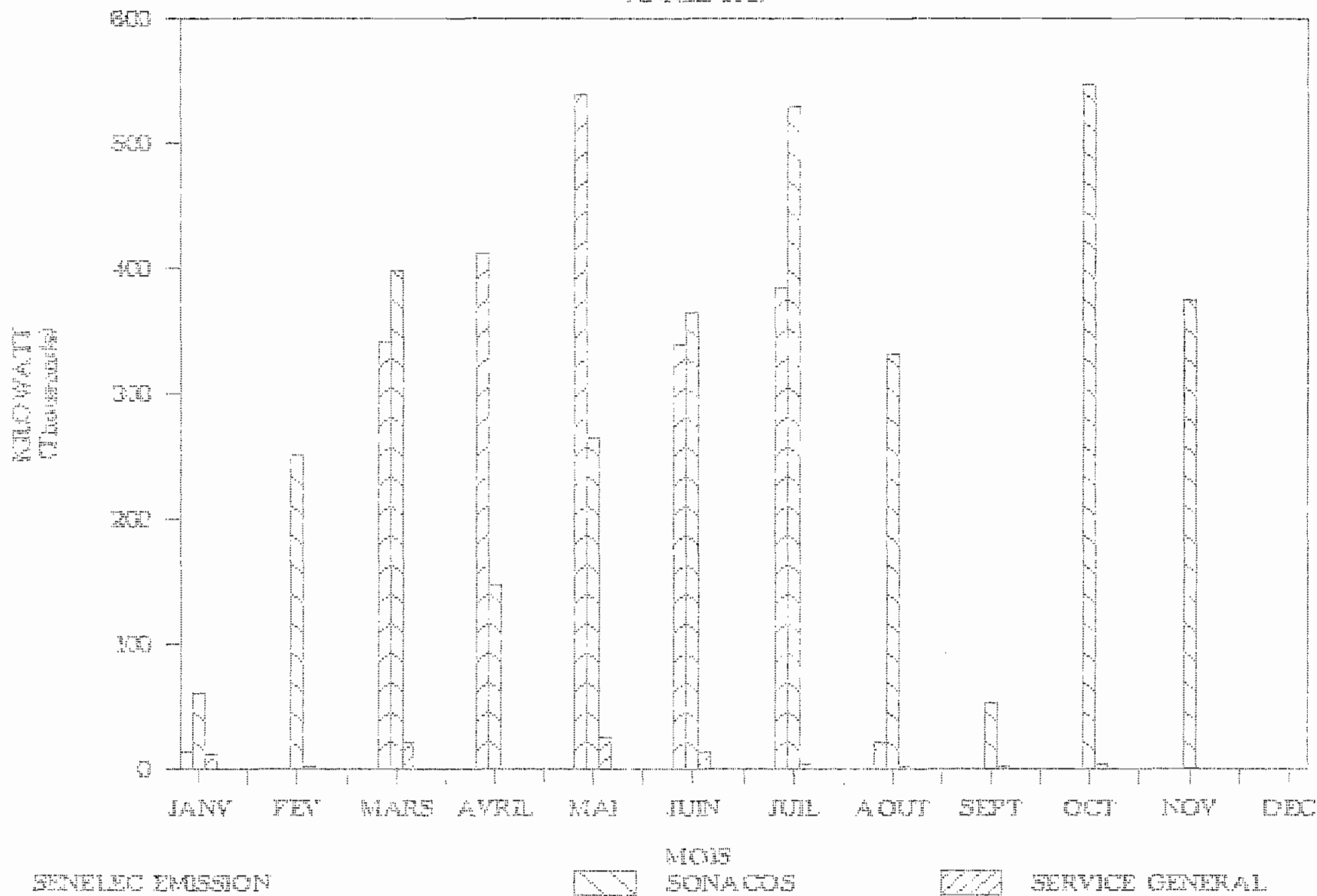
CENTRALE DIESELS



SENELEC RECEPTION

# DISTRIBUTION D'ENERGIE REACTIVE

ANNEE 1987



PRODUCTION DE LA SENELEC

ENERGIE ACTIVE

1986

	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1			0	7000	800	13500	6800	0	0	0	3600	10200
2	7000		0	0	6000	19800	0	0	0	3100		-600
3	1000		0	0	0	6700	0	0	0	5100	5700	0
4	0	2800	0	0	0	300	0	0	0	0	5300	
5	0	3000	0	0	18100	0	0	0	600	0	5300	0
6	5100	2300	0	0	7100	0	0	0	0	11300	3900	0
7	1900	3500	0	12500	0	0	0	0	0	4900	5500	0
8	2100	2900	0	5700	0	0	0	500	15000	6200	0	0
9	1100		0	500	0	0	0	0	5600	6100	0	0
10	600		4300	0	0	12400	0	0	0	6700	13900	0
11	0	2100	4500	0	0	0	700	10800	0	0	5000	0
12	0	1900	300	0	0	0	0	3600	0	0	6600	0
13	0	0	0	0	0	900	0	0	0	13400	5700	0
14	2500	0	0	0	0	0	13300	0	0	4500	5300	0
15	2700	0	0	0	0	0	5700	0	0	4500	0	0
16	2200	0	0	0	1800	15800	200	0	4100	5200	0	0
17	2600	0	4700	0	0	7700	0	0	6200	6200	12900	0
18		0	5200	700	0	0	0	11100	3300	0	5000	0
19		0	200	0	0	0	0	4100	5100	0	4800	0
20	8000	0	0	0	24100	0	0	2100	0	13500	4600	0
21	2800	0	0	19200	0	0	0	0	0	5400	3900	0
22	3600	0	0	7500	0	0	0	0	12700	5300	0	0
23	4300	0	0	200	0	0	0	0	6400	4500	0	0
24	3700	0	5100	0	0	0	0	0	0	4000	6100	3800
25		0	5500	0	0	0	0	12500	0	0	4100	0
26		0	0	0	0	0	0	4700	0	0	8700	12800
27	8300	0	0	0	0	1000	0	100	0	10600	4500	19200
28	2600		0	0	0	0	5500	0	0	3800	3800	6100
29	1100			0	0	0	3500	0	0	4100		6300
30	1200			0	0	17800	0	0	0	4900		
31	2500				0		0	0	0	4900		

PRODUCTION D'ENERGIE ACTIVE PAR LA SENELEC

ANNEE 1987

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
1				0		44900	100		2800	4700		
2		15900	52600	0		9300	7500		4800	5300		
3		18900	27400			3100	5300	3400	4900		0	
4		22100	22900	0	27400	0	0	3100			0	
5		23200	3800		8100	0	0	3200			0	
6		25800	0	20900	8300	0	4600	4300		10700	4300	
7	5900	23600	0	7700	900	0	0	0	12600	4300		
8	5600			7500	0	0	0	0	0	4100	0	
9	5600	17500	7700	0		0	0	0	0	1100	0	
10	6300	2300	16000	0		0	100	0	0	0	3700	
11		17800	900			0	0	7400	0	0	0	
12	8000	23100	0		0	0	0	500	0	0	0	
13	2600	22800	0	0	0	0	0	2100		0	0	
14	4500	23100	0	0	0	0	0	3800		0	0	
15	2500			0	0	0	0	1900	2100	0	0	
16	4600	42200	0	0	0	0	0	0	3100	0	0	
17	300	18800	0	0	0	500	0	0	3100	0	0	
18		4800	0		0	0	0	0	2800	0	0	
19	1300	3800	0		0	0	0	0	2900	0	0	
20	5900	3200	0		0	100	0	0	0	0	0	
21	3000	3800	0		0	0	0	0		0	0	
22	3200			11700	0	0	0	0		0	0	
23	5900			4200	0	600	0	0	6500	0	0	
24	4100	4100	6700	0	0	400	0	0	2700	0	0	
25		2900	4900	0	0	0	0	0	3700	0	0	
26	6800	2900	600		0	0	0	1900	4200		0	
27	5200	3500	200		0	0	0	5600	4200		0	
28	1400	21800	0	1100	0	0	0	5100		0	0	
29	2900	23000		500	800	0	0	100		0	0	
30	20000		0	0	0	100	0	0	4800	0		
31	20400		0	0	0	0	1900	0	4100	0		
									3900	0		

111



## CHAPITRE 2

## CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT

La méthode des impédances relatives permet de calculer les courants de court-circuits dans une installation à plusieurs niveaux de tension.

La détermination des courants de court-circuit permet de vérifier le choix des protections du réseau et d'étudier le bouclage.

Le calcul est fait pour divers modes de fourniture d'énergie:

- Marche autonome avec le turboalternateur
- La senelec est la seule source
- Marche autonome avec les groupes diesels
- Alimentation par les trois sources

### A) METHODE DE CALCUL

la puissance apparente de base est  $S_b = 1 \text{ kva}$

la tension de base  $U_b = 5.5 \text{ kv}$  en moyenne tension (MT)

le pouvoir de coupure en un point est  $P_{cc} = S_b$

le courant de court-circuit est :  $I_{cc} = P_{cc} / \sqrt{3} \times U$

U est la tension au point où le défaut existe

### Formules des impédances relatives

#### Alternateur

$$Z_r = S_b \times e / P_n \times 100$$

#### Transformateur

$$Z_r = S_b \times U_{cc} / P_n$$

#### Cable

$$Z_r = Z / Z_b$$

$$Z_b = U_b^2 / S_b$$

$P_n$  = puissance nominale

$e$  = réactance transitoire

$U_{cc}$  = tension de court-circuit

$Z = (R^2 + X^2)^{0.5}$

$R = \rho L / S$

$\rho = 22.5 \text{ m}\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$

$L$  = longueur du câble en mètre

$S$  = section du câble en  $\text{mm}^2$

Réactance  $X = 0.15067 \cdot S^{-1.0113} \cdot L \text{ (km)}$

Le tableau ci-après indique les impédance.

TYPE	PUISSANCE	IMPEDANCE	IMPEDANCE $Z_r$
altrenateur	5 MVA	0,032	$5 \cdot 10^{-5}$
groupes diesels	600 kVA	0,263	$4,2 \cdot 10^{-5}$
transfo-5.5kV/400V	630 kVA	0.0376	$6 \cdot 10^{-5}$
transfo- 5.5kV/230V	630 kVA	0.0507	$8.05 \cdot 10^{-5}$
transfo-	3150 kVA	0.016	$2.54 \cdot 10^{-5}$

Le tableau ci-après donne les impédances des ca^bles.

CABLE	LONGUEUR	IMPEDANCE	IMPEDANCE $Z_r$
Duquenne	50m	0.0168	$5.6 \cdot 10^{-7}$
Présserie	175m	0.0589	$2 \cdot 10^{-6}$
Décorticage	175 m	0.0589	$2 \cdot 10^{-6}$
Péllétisation	80m	0.0269	$9 \cdot 10^{-7}$

MARCHE EN PARALLELE

POINT	IMPEDANCE Zr	Icc(kA)
1	1.55E-05	4.00E+00
2	1.41E-05	4.20E+00
3	1.55E-05	4.00E+00
4	1.65E-05	3.84E+00
5	7.56E-05	1.67E+01
6	7.55E-05	1.67E+01
7	7.55E-05	1.67E+01
8	7.41E-05	1.69E+01
9	9.60E-05	2.35E+01
10	7.65E-05	1.65E+01
11	4.55E-05	2.56E+01

ALIMENTATION PAR LE TURBO-ALTERNATEUR

POINT	IMPEDANCE Zr	Icc(kA)
1	5.00E-05	2.10E+00
2	5.20E-05	2.02E+00
3	5.60E-05	2.08E+00
4	5.20E-05	2.02E+00
5	5.30E-05	1.98E+00
6	1.12E-04	1.29E+01
7	1.12E-04	1.29E+01
8	1.12E-04	1.29E+01
9	1.10E-04	1.30E+01
10	1.33E-04	1.90E+01
11	1.13E-04	1.28E+01
12	8.20E-05	1.76E+01

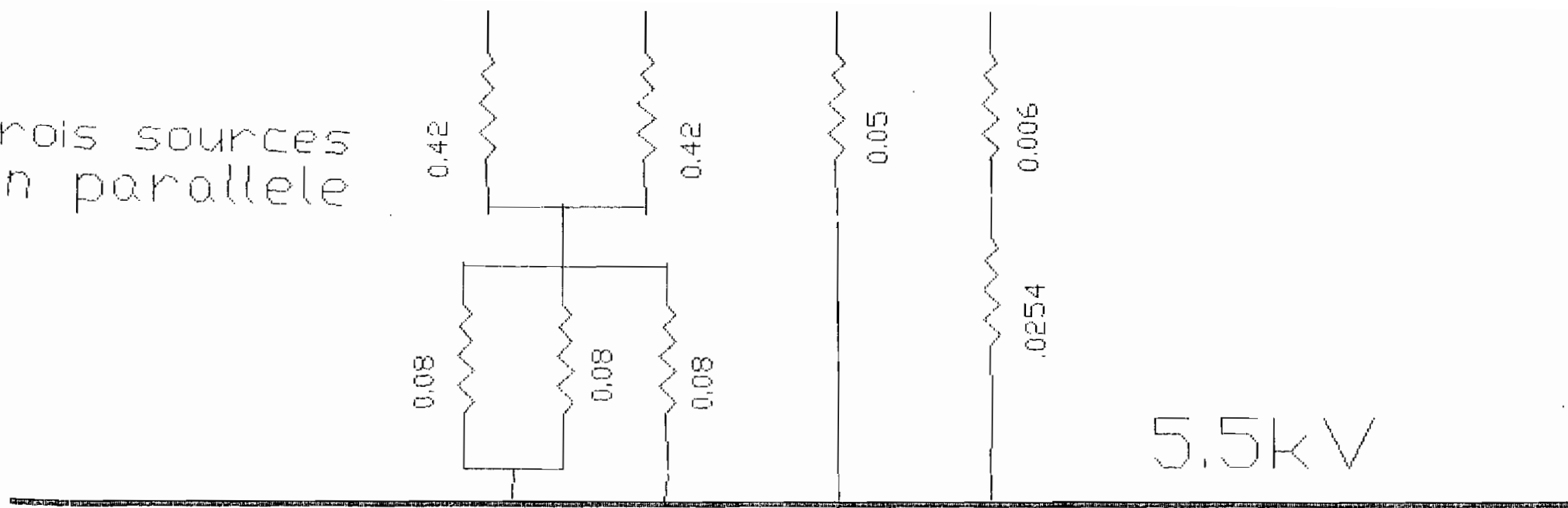
GROUPES

POINT	IMPEDANCE Zr	Icc(kA)
1	4.20E-05	6.30E+00
2	4.20E-05	6.30E+00
3	2.10E-05	1.26E+01
4	1.02E-04	1.10E+00
5	1.02E-04	1.10E+00
6	1.02E-04	1.10E+00
7	4.98E-05	2.10E+00
8	6.12E-05	1.71E+00
9	4.84E-05	2.20E+00
10	5.05E-05	2.10E+00
11	5.07E-05	2.10E+00
12	1.10E-04	1.31E+01
13	1.10E-04	1.31E+01
14	1.10E-04	1.31E+01
15	1.08E-04	1.33E+01
16	1.30E-04	1.93E+01
17	1.11E-04	1.30E+01
18	7.98E-05	1.81E+01

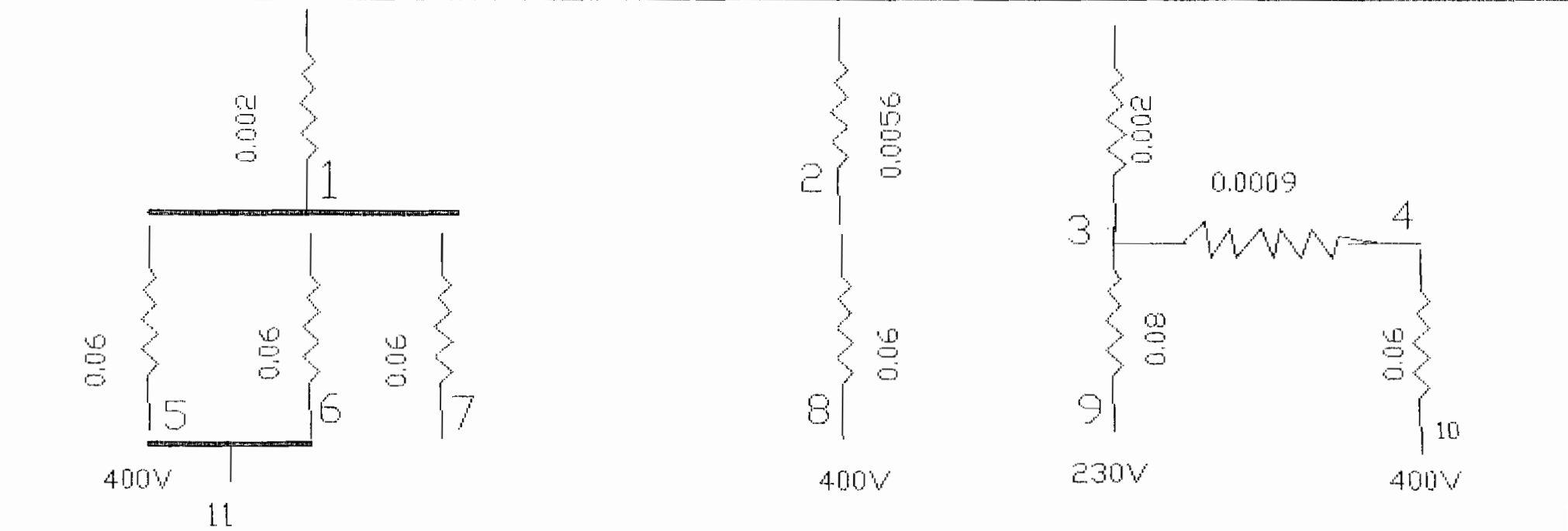
Alimentation par la SENELEC

POINT	IMPEDANCE Zr	Icc(kA)
1	3.04E-05	3.50E+00
2	3.24E-05	3.24E+00
3	3.09E-05	3.40E+00
4	3.24E-05	3.24E+00
5	3.33E-05	3.20E+00
6	9.24E-05	1.56E+01
7	9.24E-05	1.56E+01
8	9.24E-05	1.56E+01
9	9.09E-05	1.59E+01
10	1.13E-04	2.22E+01
11	9.33E-05	1.55E+01
12	6.24E-05	2.31E+01

Trois sources en parallele

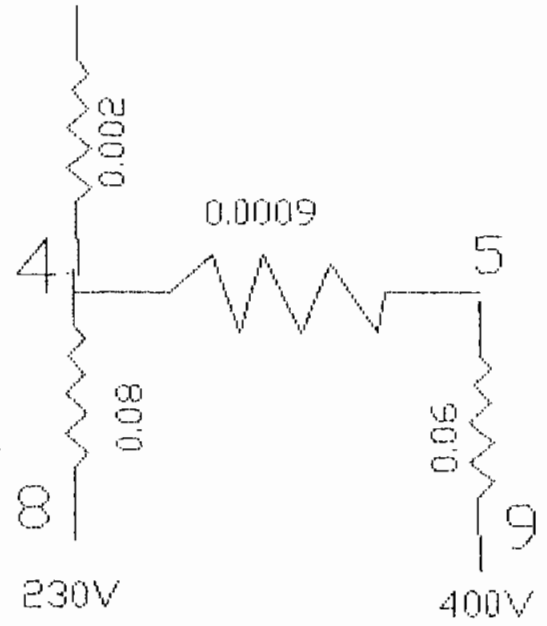
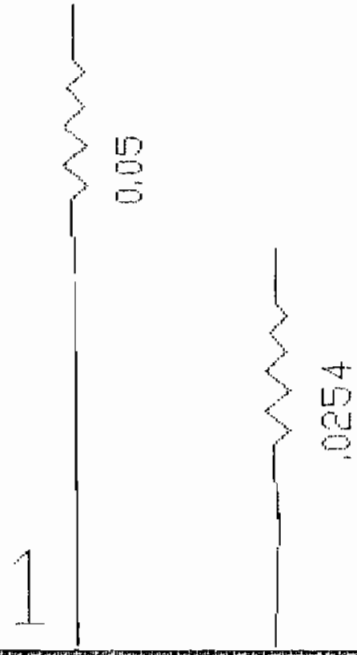
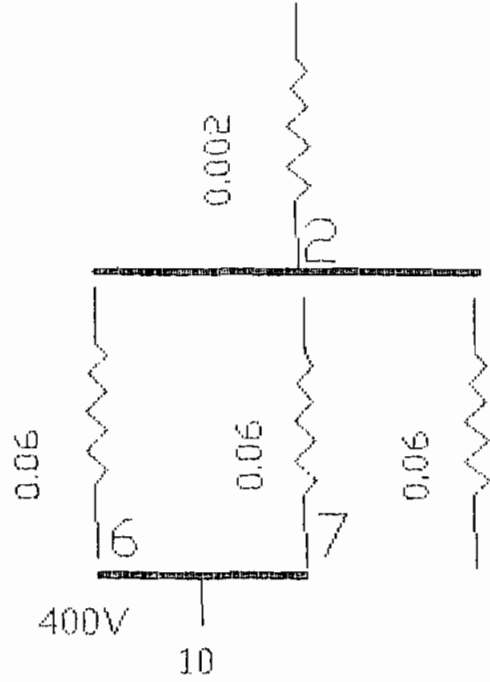


5.5kV

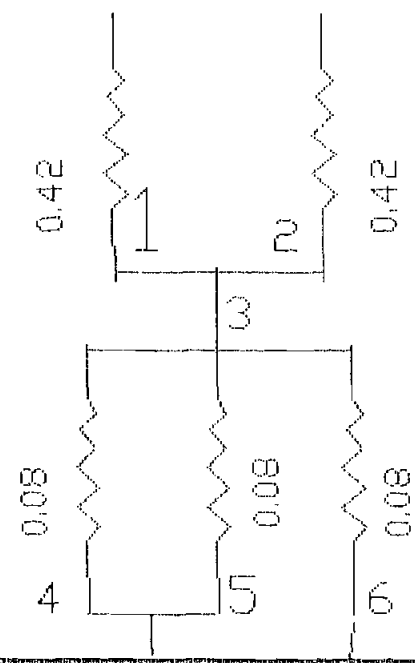
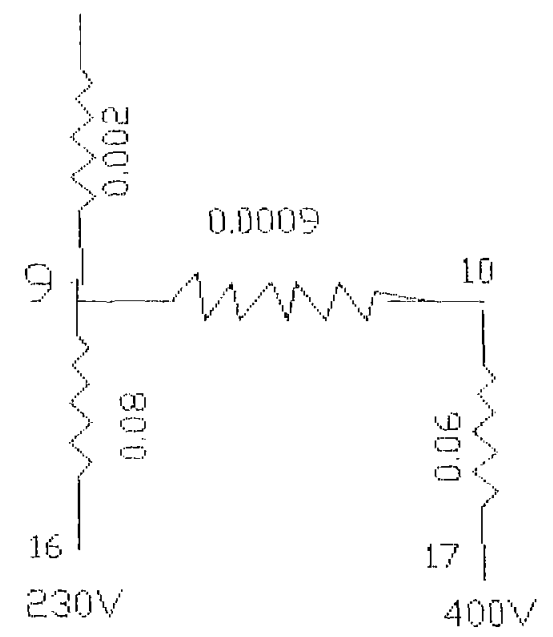
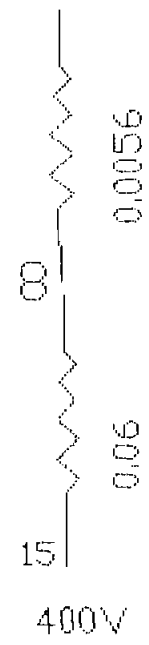
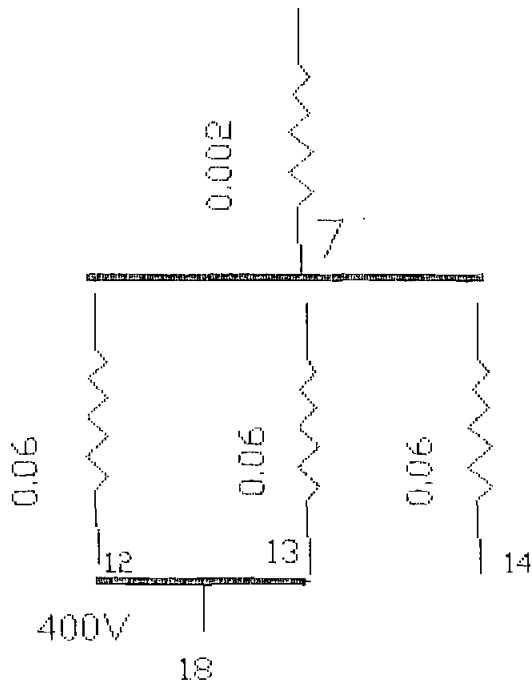


Circuit equivalent des impedances

MARCHE AUTONOME  
AVEC EMISSION DANS LE RESEAU SENELEC



78

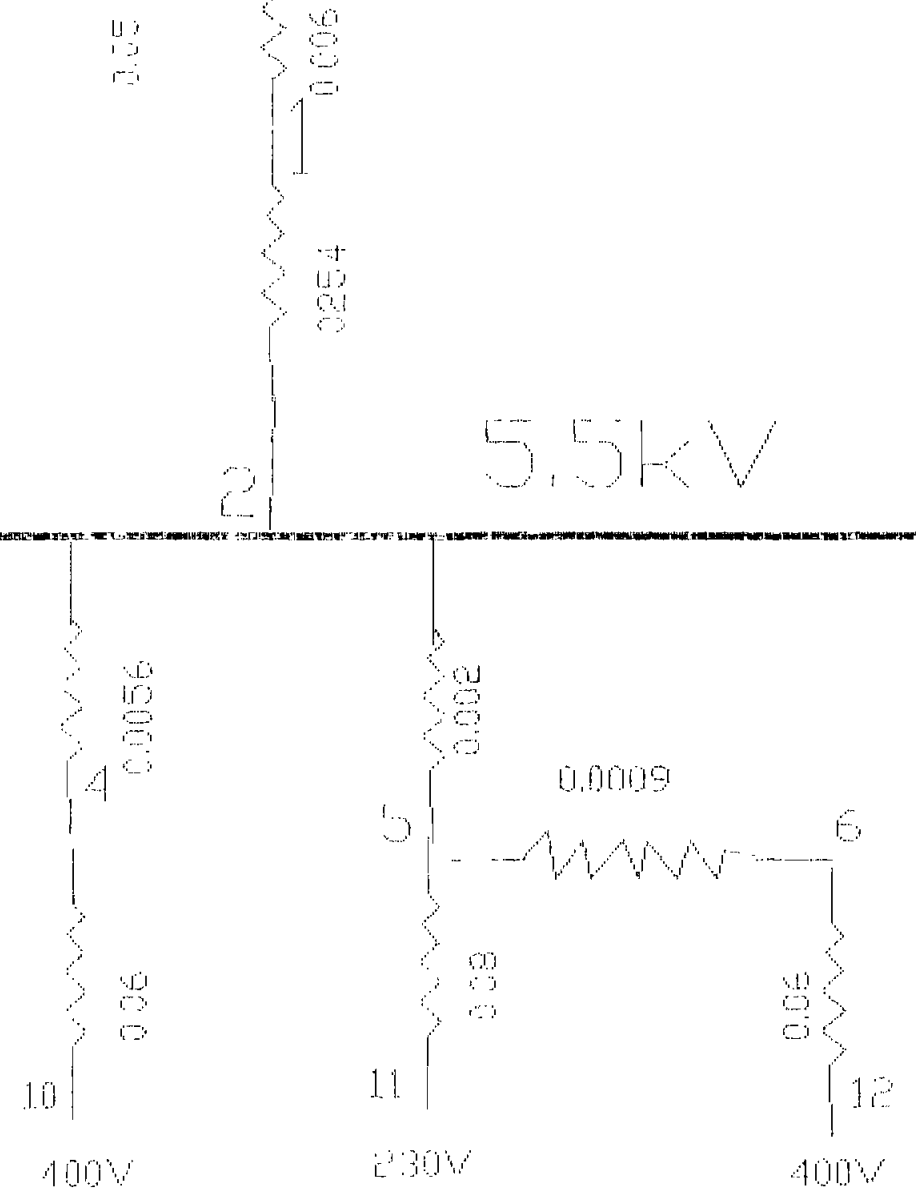
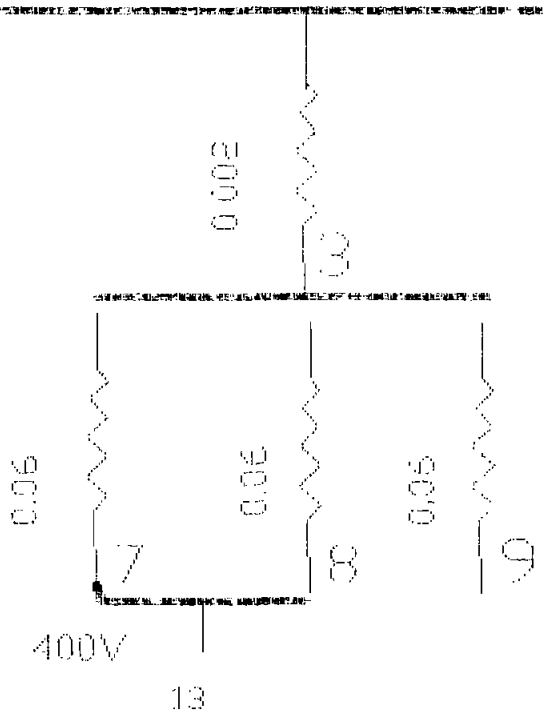


MARCHE AUTONOME PAR LES DIESELS

5.5kV

ALIMENTATION PAR LA SENELEC

25



UNITES: MILLIOHM (mOHM)

CIRCUIT EQUIVALENT

### CHAPITRE 3 CONTINUITÉ D'ALIMENTATION

Un bouclage des secondaires des transformateurs permet en cas d'avarie d'assurer la continuité de la marche de l'usine.

En tenant compte de la tension au secondaire des transformateur ,on ne peut boucler que les postes suivants: Duquenne, Presserie et Pélletisation.

Aussi le poste du Décorticage sera relié au jeu de barre des groupes Diesels par son secondaire.

#### DIMENTIONNEMENT DU BOUCLAGE BASSE TENSION

Le bouclage sera réalisé entre les postes de transformation des ateliers: Duquenne, Presserie et Pélletisation

On suppose une puissance apparente de  $S_{cc}=315$  kVA.

#### CALCUL DE LA SECTION DU CÂBLE POUR LE BOUCLAGE

section  $S_j$

Courant nominal  $I_n=450$  A

Courant fictif

les coefficients( $k_1, k_2, k_3$ ) sont pris pour un câble enterré ,isolé au PR ,à la temperature ambiante de  $30^\circ C$ .

on obtient les valeurs suivantes :

$$k_1=0.92$$

$$k_2=0.80$$

$$k_3=0.85$$

$$K=k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 =0.626$$

Courant fictif  $I_f=I_n/K= 700$  A

Choix du câble

Type U1000R02V



On choisit un câble tripolaire de section  $S_j=240 \text{ mm}^2$  capable de transporter une intensité  $I=504 \text{ A}$ .

#### SECTION PAR LES CONDITIONS DE CHUTE DE TENSION:

On considère une chute de tension  $\Delta U=5\%$

$$U=380 \text{ V} \quad \Delta U=19 \text{ V} \quad \cos\phi=0.8$$

$$Z = \Delta U / \sqrt{3} \times I_n \times L \quad \text{où } L \text{ est la longueur du câble (km)}$$

$$Z=0.139 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{on trouve } S_z=185 \text{ mm}^2$$

#### SECTION DE COURT-CIRCUIT: $S_c$

L'intensité du courant de court-circuit  $I_{cc}=25,6 \text{ kA}$

A partir des tableaux on choisit les valeurs suivantes:

$$\text{Durée du court-circuit } T=0.5 \text{ secondes}$$

$$\text{densité de courant } d=160 \text{ A/mm}^2$$

$$\text{section } S_c = I_{cc}/d \quad S_{cc}=198 \text{ mm}^2$$

On choisit la section la plus grande qui sera prise pour section technique  $S=240 \text{ mm}^2$

Avec le bouclage les courants de court-circuit se trouvent modifiés. Aussi, il s'avère nécessaire de recalculer les courants de défaut. En réalité le bouclage n'influe qu'au niveau de la distribution basse tension.

On obtient les résultats suivants :

#### -Figure 1

$$\text{au point D1} \quad I_{cc1}=22,6 \text{ kA eff}$$

$$\text{au point D2} \quad I_{cc2}=36 \text{ kA eff}$$

#### -Figure 2

$$\text{au point D3} \quad I_{cc3}=22 \text{ kA eff}$$

au point D4  $I_{cc4} = 21,8 \text{ kA eff}$

-Figure 3

au point D5  $I_{cc5} = 37,8 \text{ kA eff}$

au point D6  $I_{cc6} = 23,8 \text{ kA eff}$

Le tableau ci-après donne les impédances des câbles.

CABLES	LONGUEUR(m)	IMPEDANCE( $\Omega$ )	Zr
Duqenne-Péllétisation	80	$30,64 \cdot 10^{-3}$	$21,22 \cdot 10^{-5}$
Duqenne- Presse-rie	100	$38,3 \cdot 10^{-3}$	$26,52 \cdot 10^{-5}$
Présserie-Péllétisation	80	$30,64 \cdot 10^{-3}$	$21,22 \cdot 10^{-5}$

AVANTAGES DU BOUCLAGE

Le bouclage est réalisé pour assurer la continuité d'alimentation de l'usine. Il permet d'assurer la marche d'un atelier lorsque son poste de transformation est en panne.

En intercampagne, le bouclage permet à l'usine de fonctionner avec un nombre de transformateurs moindre. Dans le cas de la SONACOS, seul le poste "PELLETISATION" sera branché au réseau.

Le bouclage du réseau diminue les pertes actives et la consommation d'énergie réactive de l'usine. Ceci est valable en intercampagne et en début de campagne. Il améliore le facteur de puissance de l'usine, la fiabilité et la flexibilité des installations.

Pour la liaison Décorticage-Groupes de secours on utilisera le même type.

#### CHOIX DE L'APPAREILLAGE

Les câbles seront protégés par des disjoncteurs basse tension. Ils serviront en même temps pour fermer le bouclage du réseau.

#### Caractéristiques du disjoncteur:

Type	C630
Pouvoir de coupure	50 kA eff
Déclencheur sélectif S	D630S

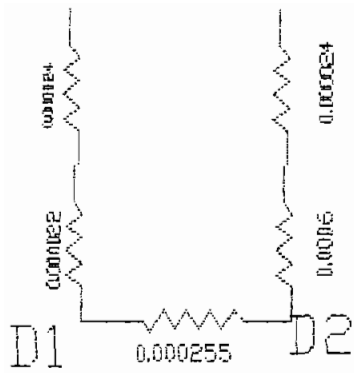


Figure 1

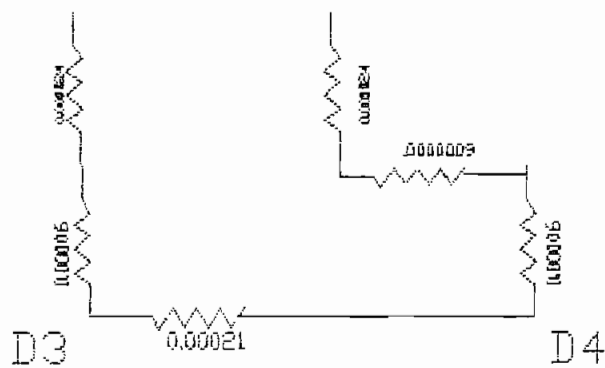


Figure 2

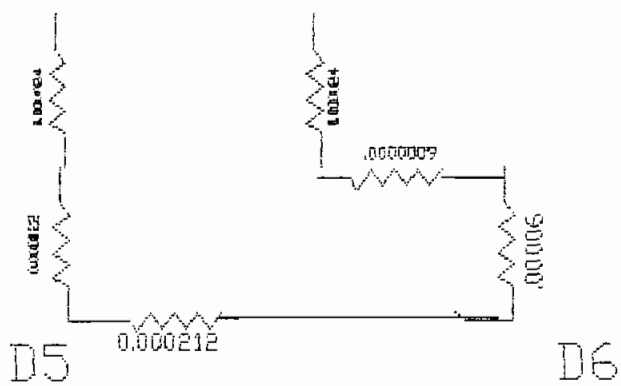
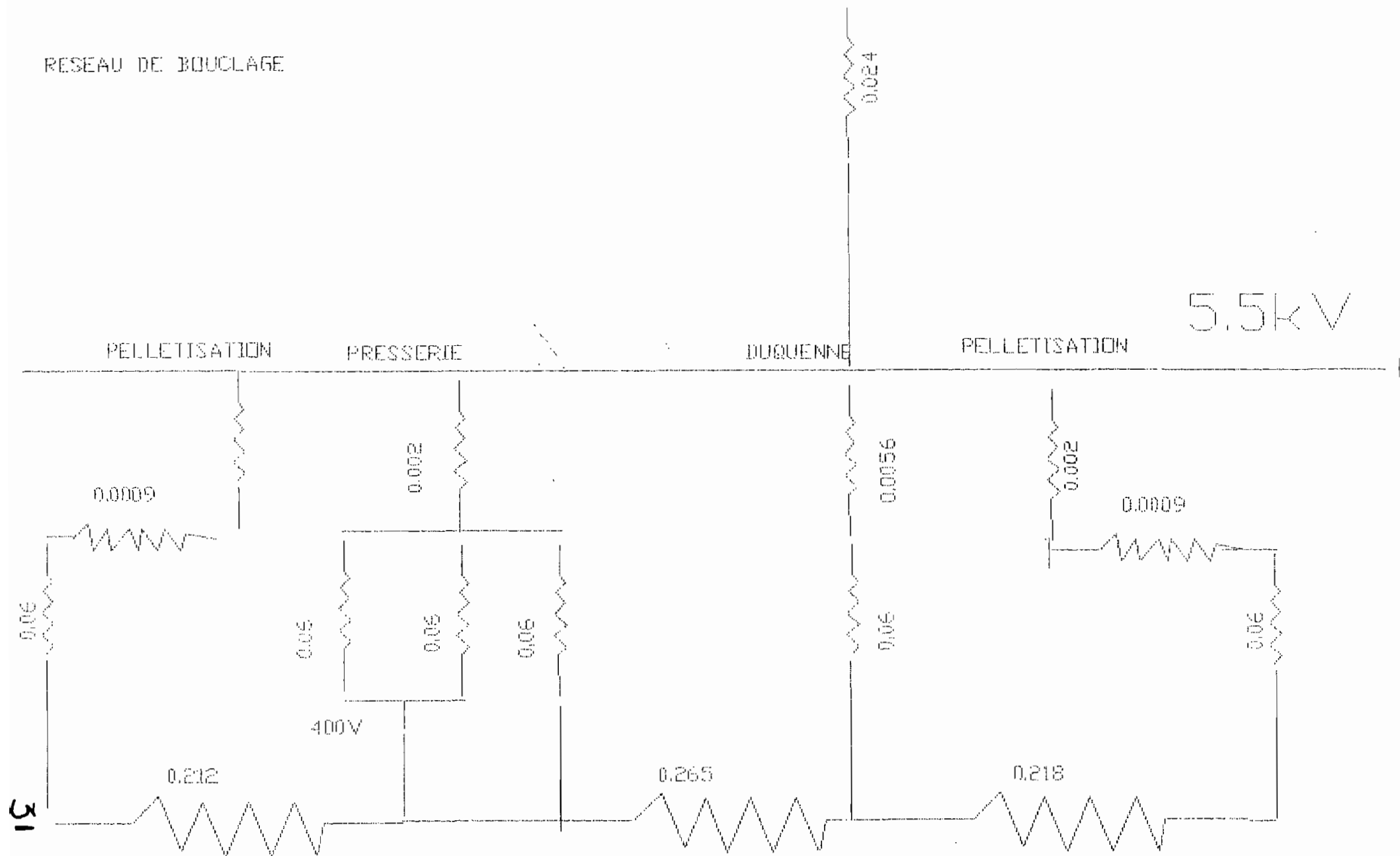


Figure 3

RESEAU DE BOUCLAGE

5.5kV



UNITES = MILLIOHM(MOHM)

CIRCUIT EQUIVALENT

## CHAPITRE 4 ALIMENTATION DE SECOURS

Dans toute usine, il existe des charges prioritaires qui sont alimentées par une source autonome de secours. La SONACOS dispose de deux groupes électrogènes qui peuvent être utilisés à cette fin.

Les charges prioritaires en plus de la pompe de refroidissement doivent être déterminées par le service électrique en collaboration avec les responsables des autres secteurs de la production.

### ETUDE DU DEMARRAGE AUTOMATIQUE

Les groupes de secours doivent pouvoir démarrer de façon automatique dès que l'alimentation normale cesse.

Par conséquent le démarreur du moteur diesel sera muni d'un circuit de commande automatique.

#### Principe du démarreur automatique

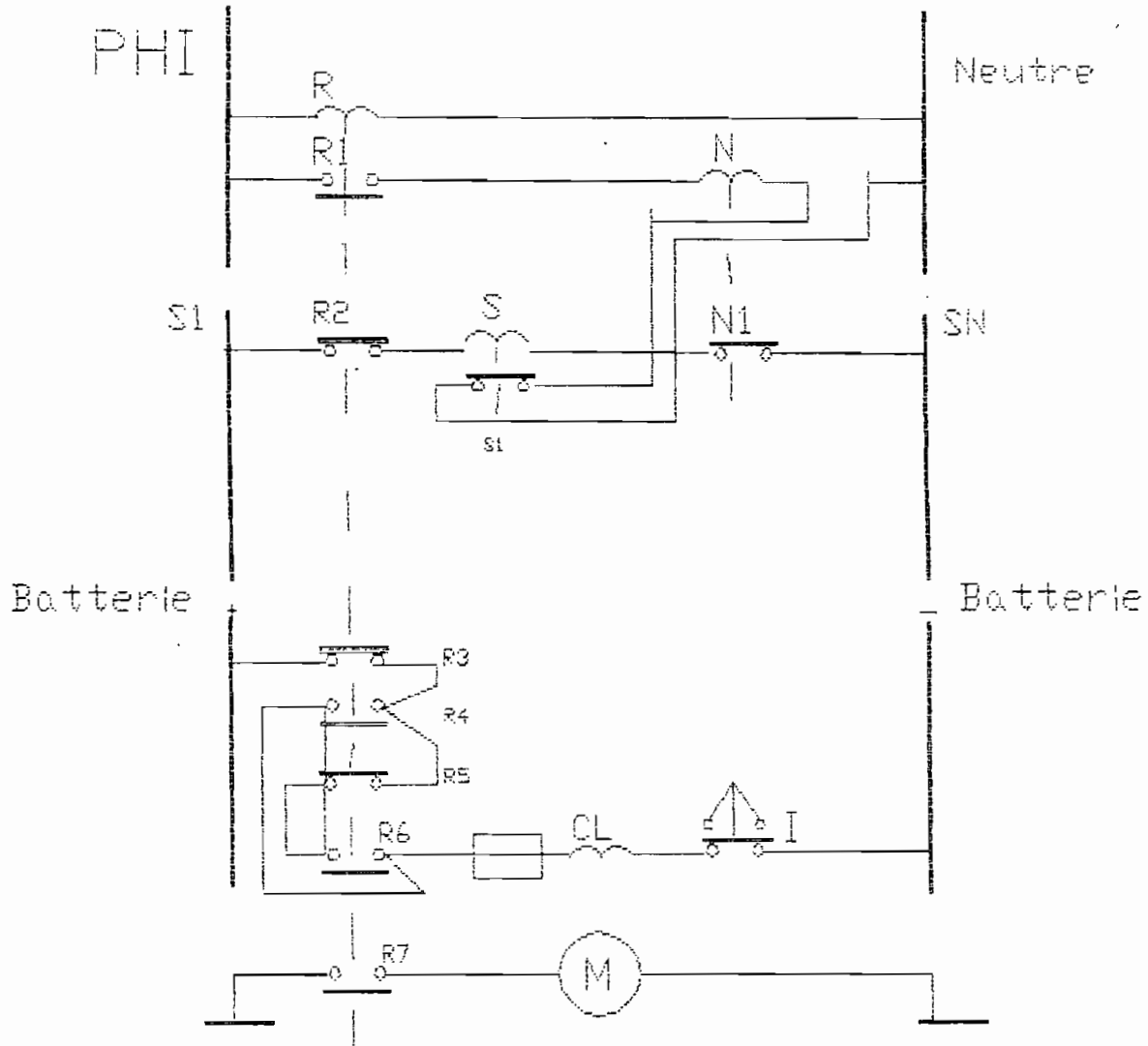
Le démarreur est un petit moteur électrique à courant continu. Il est alimenté par une batterie d'accumulateurs. Pendant la marche de l'usine, le circuit de commande automatique permet le démarrage du groupe dès que la source normale ne débite plus dans le réseau. L'interrupteur centrifuge coupe le circuit de démarrage lorsque le moteur diesel atteint une certaine vitesse.

Alors les contacteurs "secours" se ferment à la tension nominale de l'alternateur.

Les batteries sont rechargées par un dispositif incorporé dans le circuit de commande. Ainsi les groupes seront capables de servir le circuit des charges prioritaires à tout instant. Il suffit de vérifier périodiquement le niveau de l'électrolyte et

l'état des éléments des accumulateurs.

### Schema de commande



PhI, N: secteur

S1, S: Alternateur

Batterie pour démarreur

R: relais

N, S: bobines "normal" et "secours"

R4, R5, R6: relais temporisés

CL: contacteur de lancement du démarreur

M: magnéto du moteur

I: interrupteur centrifuge



## CHAPITRE 5 ANALYSE TECHNIQUE ET RENTABILITE DE LA COMPENSATION DU FACTEUR DE PUISSANCE

La particularité de la SONACOS reside dans son fonctionnement intermittent pendant l'année. L'usine marche suivant deux cycle :

\_La periode de campagne où l'usine tourne à pleine charge .

\_L'intercampagne qui est prévue pour l'entretien general des intallations .Elle est caracterisée par une faible consommation d'énergie .

Pendant l'intercampagne et les debuts de campagne l'usine est entierement alimentée par la SENELEC.

Les possibilités d'utilisation de la source SENELEC (Reception) sont:

1)l'usine, en marche normale ,est alimentée par la SENELEC seule (turboalternateur à l'arret)

2) La SENELEC fournit de l'énergie en parallele avec le turboalternateur

3)La SENELEC comme unique source ,pendant l'intercampagne.

Dans l'analyse du facteur de puissance de l'usine l'utilisation de la source SENELEC est le cas le plus important.

Les états statistiques et les relevés journaliers de la production et la distribution d'énergie montrent que l'usine en pleine charge a un bon facteur de puissance. Cela atteste d'un bon choix des batteries de condensateurs installés au secondaire des transformateurs .

Les possibilités (2) et (3) vont faire l'objet des analyses ,parcequ'elle correspondent à des periodes de mauvais facteur de puissance.

#### A) UTILISATION DE LA SOURCE SENELEC EN APPOINT

La source SENELEC debite dans l'usine en parallèle avec le TURBOALTERNATEUR et parfois les groupes diesels.

La puissance appelée est tres faible par rapport à la consommation de l'usine.

Si on se refère aux relevés journaliers des années 1986\_1987, le total de l'énergie active fournie par la SENELEC est en general inferieur à 10.000 kWh par jours. Toutefois on note quelques depassements.

Au niveau de l'interconnection entre la SENELEC et la SONACOS un transformateur de 3150 kVA est installé pour la réception et l'émission d'énergie .Ce poste est plus utilisé à faible charge pendant l'année.

#### B) UTILISATION DE LA SENELEC EN INTERCAMPAGNE

L'usine ne fonctionne pas d'où les principaux consommateurs d'énergie sont :

- \_Le service general
- \_les ateliers de maintenance
- \_ les equipes d'entretien (postes de soudage, essai de moteurs)
- \_l'éclairage des locaux

#### COMPENSATION D'ENERGIE REACTIVE

##### CAUSES

L'énergie réactive presente dans un circuit électrique entraine toujours une augmentation de l'intensité de courant dans les lignes . Cela cause des pertes de puissances beaucoup plus importantes . L'énergie réactive est consommée par le circuit magnetique des transformateurs et les équipements inductifs tels que: les moteurs

asynchrones et l'éclairage fluorescent.

Les pertes varient proportionnellement au carré de l'intensité du courant de ligne.  $Pertes = RI^2$

Lorsque le facteur de puissance est différent de l'unité, les pertes sont multipliées par un coefficient  $p = 1/\cos^2\phi$ .

Au niveau de la distribution, le facteur de puissance est déterminé par celui des récepteurs connectés sur la ligne d'alimentation y compris les transformateurs en amont.

Il faut noter que la consommation d'énergie réactive des transformateurs varie peu entre la marche à vide et la marche en pleine charge. Il est important d'utiliser les récepteurs à un coefficient de charge assez élevé afin d'améliorer leur facteur de puissance qui est très bas à vide et à faible charge. Les tableaux de la fourniture d'énergie par la SENELEC montrent de façon claire que le transformateur de couplage est faiblement chargé pendant 80% de l'année. Le coefficient de charge est voisin de 0,1. Parmi les causes, il faut noter l'emploi excessif des condensateurs.

L'interconnexion SONACOS-SENELEC a un double rôle :

- Emission d'énergie dans le réseau de la SENELEC
- Réception d'énergie du réseau SENELEC

L'étude de l'interconnexion devait considérer les différents modes de fonctionnement de l'usine (campagne et intercampagne) et les types d'utilisation de la source SENELEC énumérées plus haut.

La réception d'énergie du réseau est le cas le plus important de la compensation du facteur de puissance à cause de ses implications financières.

L'amélioration du facteur de puissance permet :

- La suppression des pénalités dues à une consommation excessive d'énergie réactive .
- La diminution de la puissance apparente souscrite
- La diminution des pertes d'énergie
- Une puissance active supplémentaire disponible au secondaire des transformateurs
- La réduction de la chute de tension en bout de ligne et l'échauffement des câbles.

Il existe plusieurs méthodes de compensation parmi lesquelles:

- les générateurs synchrones
- les générateurs autonomes d'énergie réactive

Ces méthodes consistent à injecter du courant dans le circuit afin de corriger les effets du courant magnétisant.

#### 1) LES GENERATEURS SYNCHRONES

Un moteur synchrone peut être utilisé en compensateur en augmentant le courant d'excitation, on parle alors de surexcitation.

Les groupes électrogènes se prêtent bien à cette méthode. Toutefois son coût est très élevé, ce qui fait qu'elle n'est pas rentable.

#### 2) COMPENSATION PAR BATTERIE DE CONDENSATEURS

La batterie de condensateur est branchée en parallèle avec le réseau de distribution. Cette méthode est très utilisée parce que son coût d'investissement s'amortit rapidement. En outre son installation et son entretien sont relativement simples.

#### SOLUTION

Les pénalités et la consommation d'énergie réactive sont imputables, en intercampagne, au transformateur de couplage.

Pour résoudre ce problème, un transformateur de puissance moindre doit être installé en parallèle. Ainsi il va constituer de réserve équipée dans le cadre de la continuité d'alimentation de l'usine.

Lorsque la puissance maximale à appliquer est proche de 300kWh, les pertes peuvent atteindre 50% de la production totale. Alors ce maximum est fréquent en intercampagne et en marche parallèle.

Les pertes actives totales d'un transformateur varient en fonction de sa puissance et de sa tension secondaire. Dans le cas du transformateur de couplage, on suppose un rendement égal à d'un transformateur normalisé de même puissance.

$$= P_u / P_u + p$$

$P_u$  = puissance utilisée

$p$  = somme des pertes actives

Cela implique que, pour un même rendement, les pertes actives restent égales quelque soit le rapport de transformation.

Ainsi nous proposons un transformateur d'une puissance de 630kVA.

Le tableau ci-après donne les caractéristiques des transformateurs.

Puissance	3150 kVA	630 kVA
Tensions primaires	6,9 kV	6,9 kV
Tension secondaire	5,5 kv	5,5 kV
Intensité primaire	263,6 A	52,7 A
Intensité secondaire	330,7 A	66,1 A
Pertes actives totales	38,4 kW	7,8 kW
Puissance réactive	250 kVAR	35,6 kVAR

#### ESTIMATION DES ECONOMIES D'ENERGIE

On suppose que les transformateurs fonctionnent pendant vingt-quatre heures(24h).

#### Evaluation des pertes

transformateur	pertes actives	pertes reactives
3150 kVA	921,6 kWh	6000 kVARh
630 kVA	187,2 kWh	854,4 kVARh
Economies	734,4 kWh	5145,6 kVARh

Si on considère la facture du mois de SEPTEMBRE ,on relève :

Periode du 20/08/87 au 21/09/87

Total actif a=44800 kWh

Total réactif  $r=58000$  kVARh

Facteur de puissance  $\cos = 0,76$

Si on prend une durée de 180h de fonctionnement du transformateur de couplage les pertes s'évaluent:

Pour le 3150 kVA: - pertes actives  $=180 \times 38,4 = 6912$  kWh

- pertes réactives  $=180 \times 250 = 45000$  kVARh

Pour le 630 kVA: - pertes actives  $=180 \times 7,8 = 1404$  kWh

- pertes réactives  $=180 \times 35,6 = 6408$  kVARh

Si on avait le petit poste, les pertes seraient diminuées de:

-a=5508 kWh

-r=38592 kVARh

La facture en serait modifiée :

-a=39292 kWh

-r=19408 kVARh

$\cos = 0,896$

Les pénalités seraient supprimées du fait de l'amélioration naturelle du facteur de puissance. Aussi les économies peuvent être chiffrées pour le mois de SEPTEMBRE à:

première tranche  $a=5508 \times 46,06 = 253.698$  Fcfa

pénalités  $p= 140.835$  Fcfa

montant des économies  $t= 394.533$  Fcfa

L'approximation par le rendement est assez correcte quand on sait que la consommation d'énergie réactive d'un transformateur augmente avec la tension secondaire.

## CHOIX DE L'APPAREILLAGES

### Calcul du courant de court-circuit

$$Z_r = S_b \times U_{cc} / P_n \times 100$$

$$Z_r = 6,35 \cdot 10^{-3}$$

$$I_{cc} = 1,53 \text{ kA}$$

courant nominal du secondaire  $I_n = 66,1 \text{ A}$

Protection par cellule préfabriquée "FLUOMATIC", ALSTHOM ATLANTIQUE,

Type : F541 pour départ par câbles

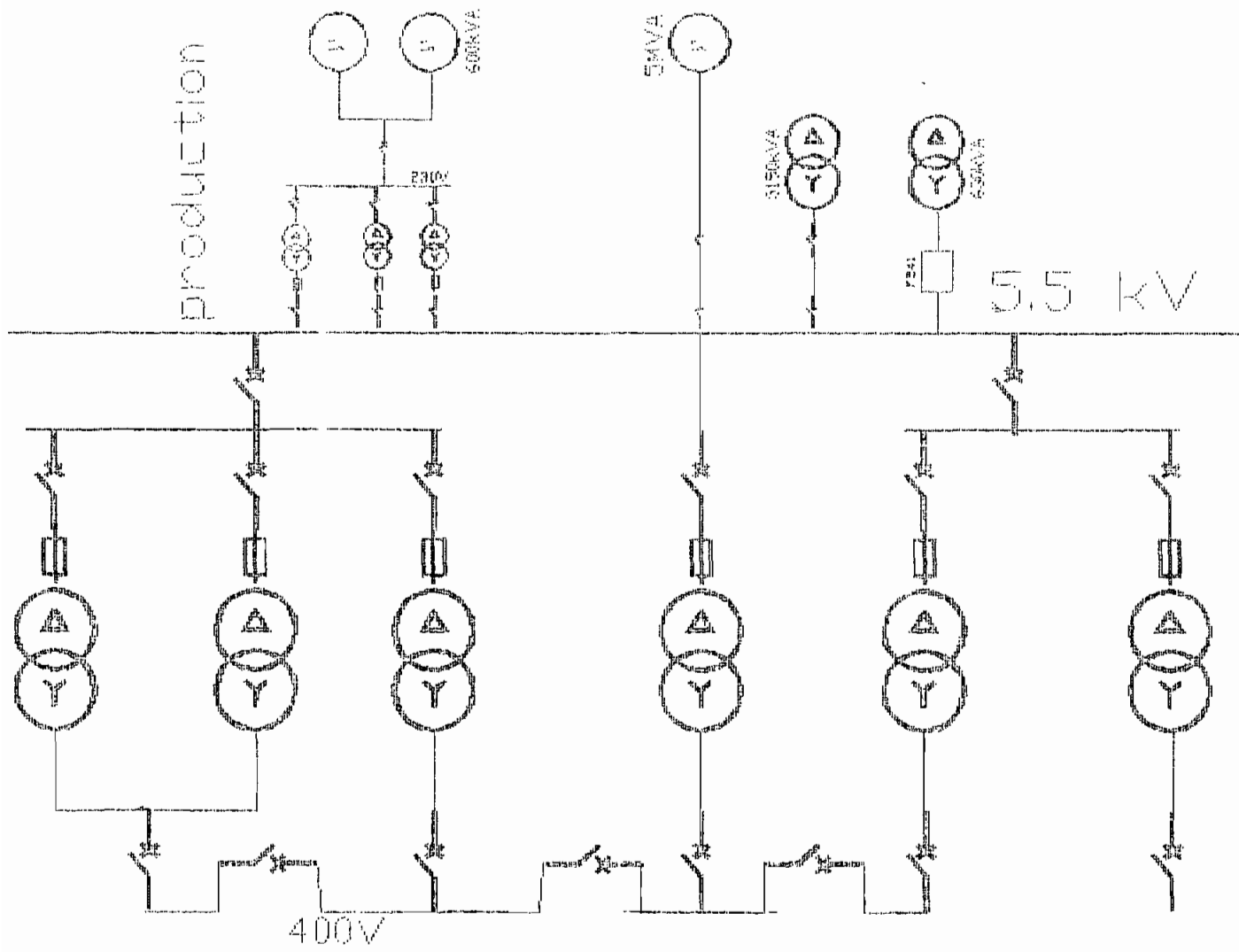
Courant nominal  $I_n = 400 \text{ A}$

Pouvoir de coupure  $P_c = 14,5 \text{ kA eff à } 10 \text{ kV}$

Les détails sont donnés dans l'annexe.

Compensation d'énergie réactive : prévoir une batterie de condensateurs de  $70 \text{ kVAR}$  qui sera installée au secondaire du transformateur de couplage.





SCHEMA UNIFILAIRE SIMPLIFIE

## CHAPITRE 6 CONCLUSION

Les solutions proposées ne sont pas définitives, elles peuvent être améliorées avant la réalisation. Les résultats obtenus sont calculés à partir de nos propres hypothèses quant au fonctionnement des équipements de l'usine.

Néanmoins, il est possible de faire quelques recommandations :

- Le bouclage permet de brancher le nombre adéquat de transformateurs suivant les besoins de l'usine.
- Le circuit prioritaire doit faire l'objet d'une étude eu égard à la puissance des groupes. Aussi il faut prévoir des dispositifs de délestage pour la selection des charges à connecter.
- Voir avec la SENELEC la possibilité de changer de taux fixe suivant la période de l'année e la puissance maximale à appliquer.
- Il est possible de trouver un circuit de commande plus moderne dans le marché local.
- Le deuxième transformateur constitue une réserve équipée et une solution aux pertes actives. Il améliore en même temps le facteur de puissance de la production.
- Faire une étude comparative entre l'utilisation de la SENELEC et celle des groupes diésels pour la fourniture d'énergie en appoint et pendant l'intercampagne.
- Installer des compteurs d'énergie réactive au niveau des ateliers afin de pouvoir évaluer les variations de leur facteur de puissance au cours de l'année.
- Les groupes électrogènes de la SONACOS peuvent être utilisés pendant la campagne, surtout avec le deuxième transformateur de cou-

-plage qui permet de faire recours à la SENELEC lorsque qui dépassent leurs capacités se produisent.

Certes,toutes les solutions proposées requièrent des investissements,mais avec les économies réalisables,ils seront amortis dans délai moyen.Après l'amortissement des nouvelles installations,le coût de production de l'huile pourra beaucoup baisser.

## BIBLIOGRAPHIE

- Merlin GERIN "Guide de l'installation électrique"  
Dec 1982
- Alsthom Atlantique " catalogue Appareillage Moyenne tension"
- Tréfficâble PIRELLI "Câbles électrique "
- Pierre MARKON "Notes de cours"
- I SABATIN "Notes de cours"
- Th WILDI "Electronique "  
La presse de l'université de LAVAL 1978
- Standard Handbook of Engineering Calculations  
2<sup>nd</sup>e Edition Mc-Graw-HILL
- Michael Neidle "Electrical Installation Technology "  
Dunond Edition
- MILLER "Power System Operations"  
Mc-Graw HILL

ANNEXE

EXCITATRICE

T=125 V à 145 V

P= 34 kW à 45 kW

V= 3000 tpm

I=270 A à 310 A

ALTERNATEUR

P= 5000 kVA

V= 3000 tpm

f= 50 Hz

T=6900 V

I= 836A

cos = 0.8

TRANSFORMATEUR DE COUPLAGE ALSTHOM

P=3150 kVA

T=5.5 kV /6.9 kV

I=330.7 A / 263.6A

U<sub>cc</sub> = 8%

Connection Dyn11

TRANSFORMATEUR ELEVATEUR (FRANCE)

P=630 kVA

T= 230V /5.5 kV

I=66 A :1575 A

U<sub>cc</sub> =5.07%

Connection= Dyn11

POSTE ATELIER DUQUENNE

P=630kVA

T=5500V/400V

I=66,9A/909A

U<sub>cc</sub> =3,76%

CONNECTION Dyn11

PROTECTION AMONT

I<sub>n</sub>=400 A            U<sub>n</sub>=24kV

Protection generale Duquenne

Disjoncteur compact C1250

I<sub>th</sub>=0.8            I<sub>m</sub>=4I<sub>n</sub>

Demarrage statorique par bac AOIP(liquide)

Compensation:batterie de condensateurs 150 kVAR

POSTE DE TRANSFORMATION PELLETISATION

Type de poste: cellules ouvertes

mode d'alimentation: souterraine depuis DECORTICAGE

masses reliées ou séparées: reliées THT/THT

TRANSFORMATEUR

puissance:	630 kVA
tension et intensité nominales primaires	5.5 kV/ 66.1 A
tension et intensité nominales secondaires	400 V/909.4 A
tension de court-circuit	5.07%
dielectrique nature	huile 400kg
regime du neutre	IT
limiteur de surtension	cardeur B 1495071

POSTE DE LIVRAISON OU DE TRANSFORMATION (Description)			
Situation		Chaudière Duquenne	
Type de poste		Préfabriqué.Vercov M6 6AM + OM	
Mode d'alimentation		Souterrain	
Comptage		-	
Masses reliées ou séparées		Reliées	
TRANSFORMATEUR		Numéro:	Numéro:    Numéro:
		A 33077	
		Dyn11 1982	
Puissance		630 KVA	
Tension et intensité nominales primaires		5.5 KV/66.2	
Tension et intensité nominales secondaires		400V/909	
Tension de court-circuit		3.76%	
Comptage		-	
Diélectrique nature		Huile	
Régime du neutre BT		IT	
Limiteur de surtension		Cardeur	
		C 1460629	
		250V	

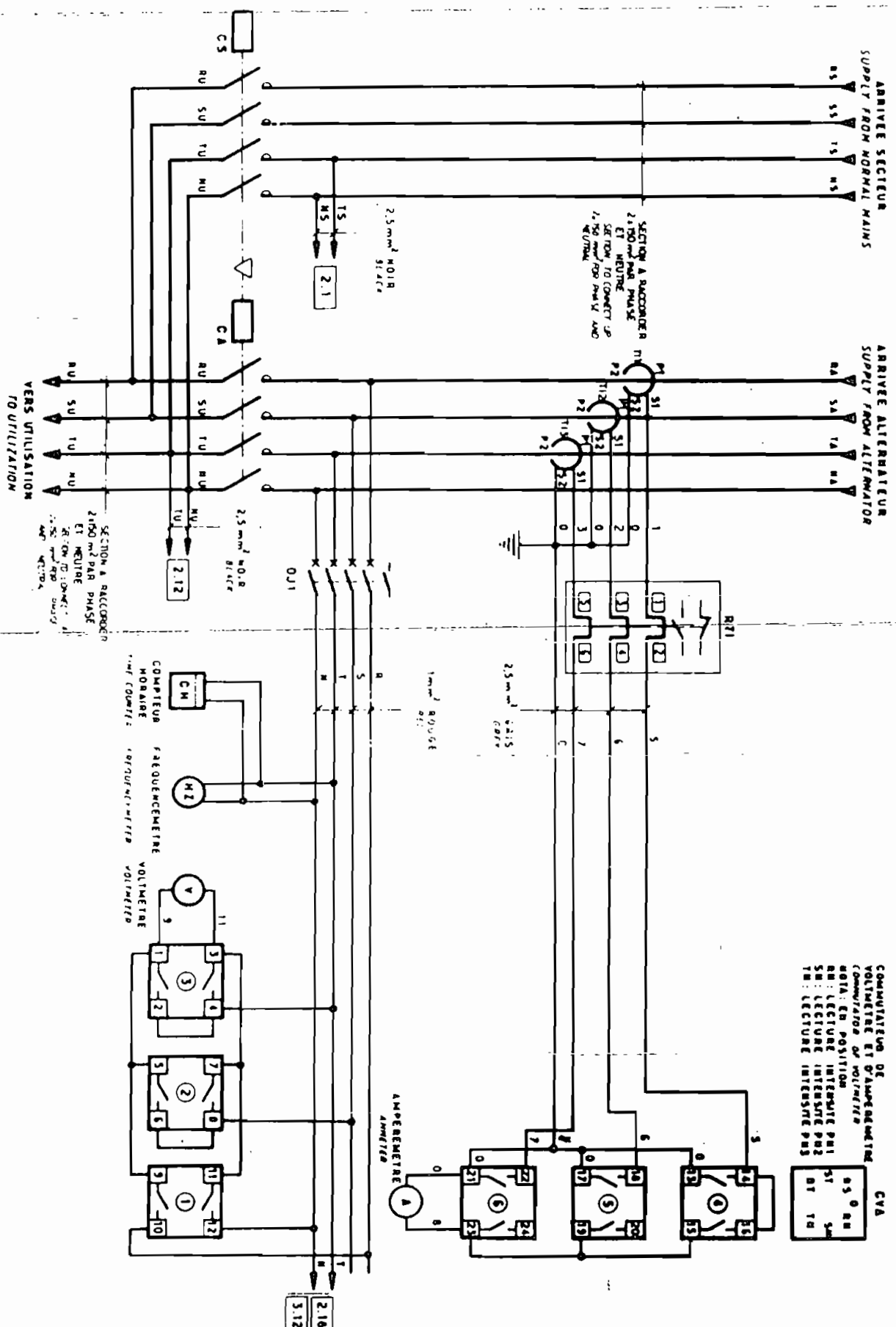
POSTE DE LIVRAISON OU DE TRANSFORMATION (description)			
Situation	Nouvelle Presserie local des saïles de travail		
Type de poste	Préfabriqué. Vercov M6 [air + 3(CM) ]		
Mode d'alimentation	Suterraine		
Comptage			
Masses reliées ou séparées	Reliées		
TRANSFORMATEUR	Numéro: A 33536 1982 Dyn11	Numéro: 133534 1982 Dyn11	Numéro: A33535 1982 Dyn11
Puissance	630 KVA	630 KVA	630 KVA
Tension et intensité nominales primaires	5.5KV/66.2	5.5KV/66.2	5.5KV/66.2
Tension et intensité nominales secondaires	400V/909	400V/909	400V/909
Tension de court-circuit	3.83%	3.80%	3.84%
Comptage			
Diélectrique nature	Huile 395 Kg	Huile 395 Kg	Huile 395 Kg
Régime du neutre ET	IT	IT	IT
Limiteur de surtension	Cardeur C1461429 400V	Cardeur C1461429 400V	Cardeur C1461429 400V



POSTE DE LIVRAISON OU DE TRANSFORMATION (description)			
Situation		Pallettisation	
Type de poste		Cellules ouvertes	
Mode d'alimentation		Souterrains depuis décorticage	
Comptage			
Masses reliées ou séparées		Reliées THT/TET	
TRANSFORMATEUR		Numéro: D227201 1080	Numéro:    
Puissance		630 KVA	
Tension et intensité nominales primaires		5.5KV/66.1A	
Tension et intensité nominales secondaires		400V/909.4	
Tension de court-circuit		5.07%	
Comptage			
Diélectrique nature		Huile 400Kg	
Régime du neutre BT		IT	
Limiteur de surtension		440V Cardeur B 1495071	

POSTE DE LIVRAISON OU DE TRANSFORMATION (description)			
Situation		Décorticage (local séparé )	
Type de poste		Cellule préfabriquée Vercore M6	
Mode d'alimentation		Souterrain	
Comptage		Sans	
Masses reliées ou séparées		Séparées	
TRANSFORMATEUR		Numéro:	
		Celduc	
		A30501	
Puissance		630 KVA	
Tension et intensité nominales primaires		5.5KV/66.2	
Tension et intensité nominales secondaires		231V/1575	
Tension de court-circuit		4.51%	
Comptage		Sans	
Diélectrique nature		Huile 462	
Régime du neutre BT		IT	
Limiteur de surtension		Cardeur	
		E 1495071	

POSTE DE LIVRAISON OU DE TRANSFORMATION (description)			
Situation	Rdc dans batiment chaudière SEUM		
Type de poste	Ouvert		
Mode d'alimentation	Liaison directe depuis centrale		
Comptage	BT		
Masses reliées ou séparées	Séparées		
TRANSFORMATEUR	Numéro: MG 735 708	Numéro: MG 735 709	Numéro: France transfo DO174
Puissance	630 KVA	DnYn11/DZn0 630 KVA	DnYn11/DZn0 630 KVA
Tension et intensité nominales primaires	5.5 KV/66.2	5.5 KV/66.2	5.5 KV/66.1 A
Tension et intensité nominales secondaires	231/1575	231/1575	231/1575
Tension de court-circuit	5.15%	5.15%	5.07%
Comptage			
Diélectrique nature	Huile 500 Kg	Huile 500Kg	Huile 500 Kg
Régime du neutre BT	IT		
Limiteur de surtension			



**PUISSANCE ET MESURES**  
POWER AND MESURES

A	C	E	F
B	D	F	

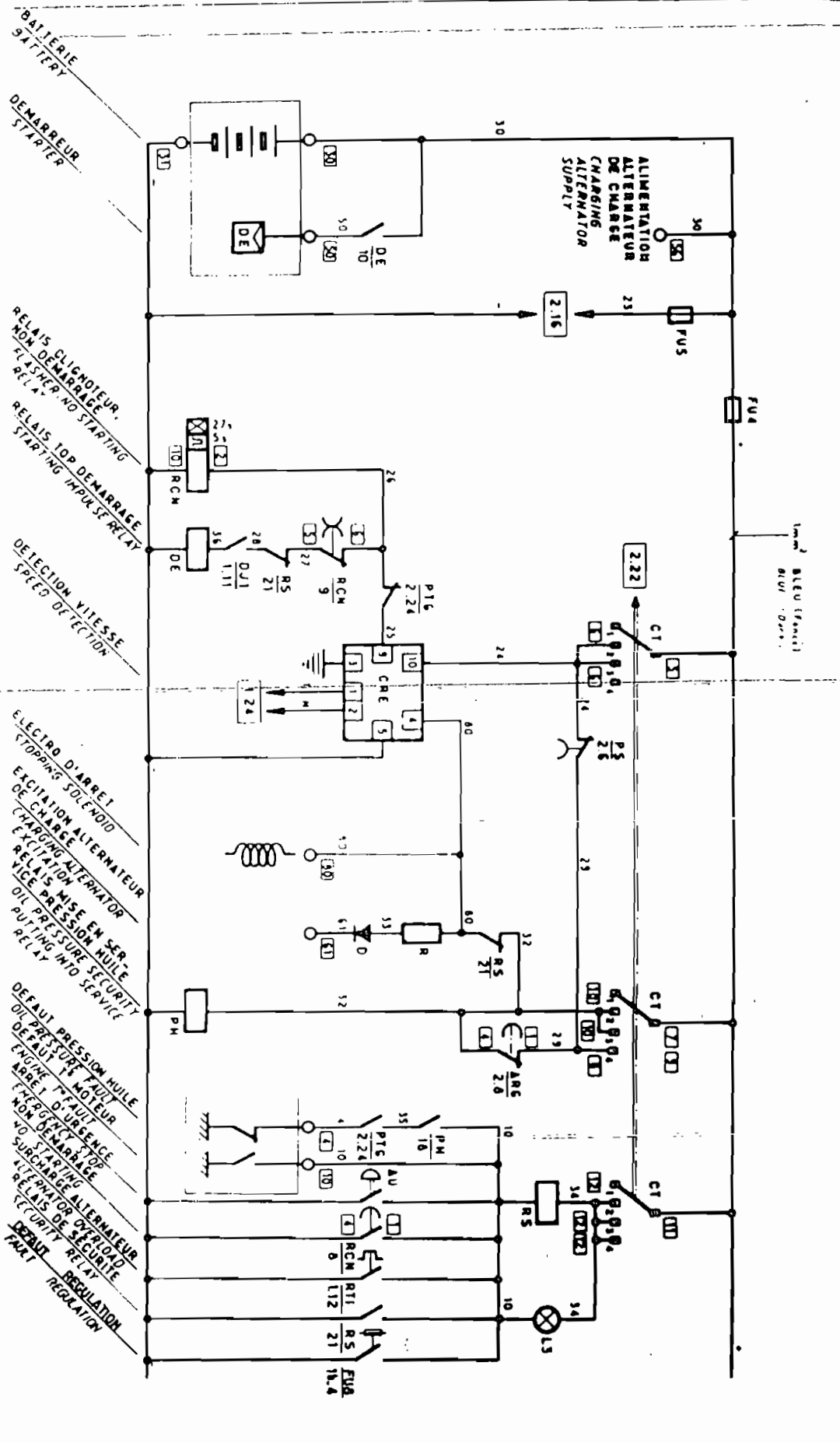
  

E37	EO 6286	AF 30371
-----	---------	----------

SHEET	1
-------	---

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25



BATTERIE  
BATTERY

DEMARREUR  
STARTER

ALIMENTATION ALTERNATEUR DE CHARGE  
CHARGING ALTERNATOR SUPPLY

FUS

FUS

FUS

P16

P5

P.M.

R

D

RCM

AU

RTI

RS

FUA

RELAYS ELICITEUR.  
NON DEMARRAGE  
RELAYS  
STARTING INPR. SE RELAY

DETECTION VITESSE  
NON 20 22 23 24 25

ELECTRO D'ARRET  
STOPPING SOLENOID

EXCITATION ALTERNATEUR  
CHARGING ALTERNATOR

EXCITATION MISE EN SER  
VICE PRESSURE SECURITY

OIL PRESSURE SECURITY  
PUTTING INTO SERVICE

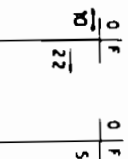
DEFAUT PRESSION HUILE  
OIL PRESSURE FAULT

DEFAUT TFAUT MOTEUR  
ENGINE TFAUT

DEFAUT D'URGENCE  
STARTING STOP

RELAYS DE SECURITE  
NON DEMARRAGE  
SECURITY RELAY

DEFAUT REGULATION  
FAULT REGULATION

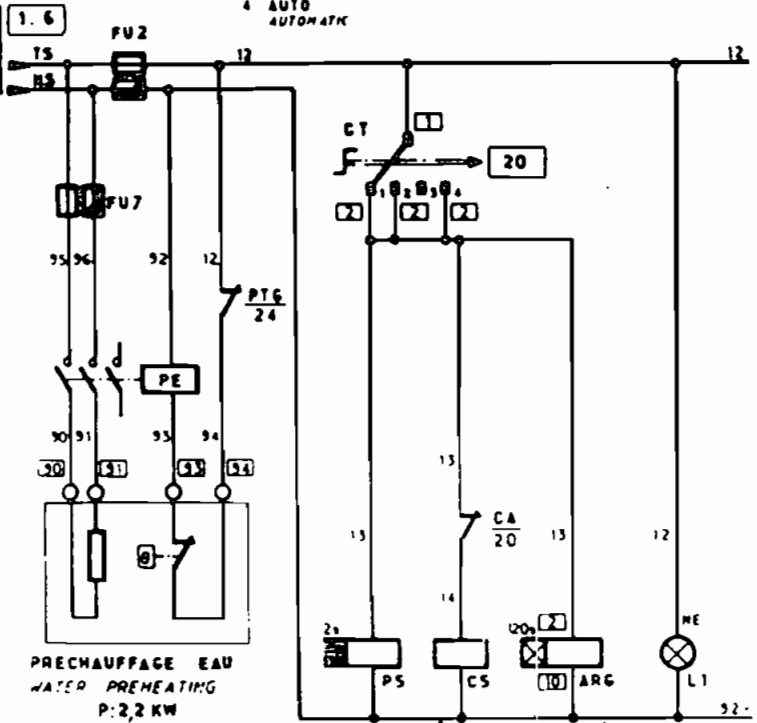


RELAYAGE  
RELAYING

A	C	E	4	E37	EO 6266	AF 30371
B	D	F				

SHEET  
5

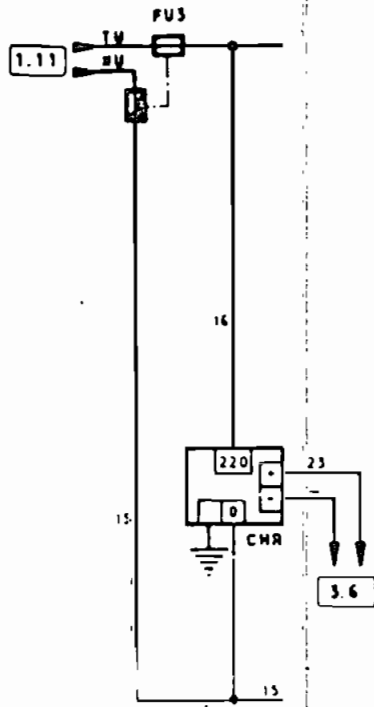
- CT
- 1 STOP  
STOP
  - 2 MANU SANS DEBIT  
MANUAL WITHOUT FLOW
  - 3 MANU AVEC DEBIT  
MANUAL WITH FLOW
  - 4 AUTO  
AUTOMATIC



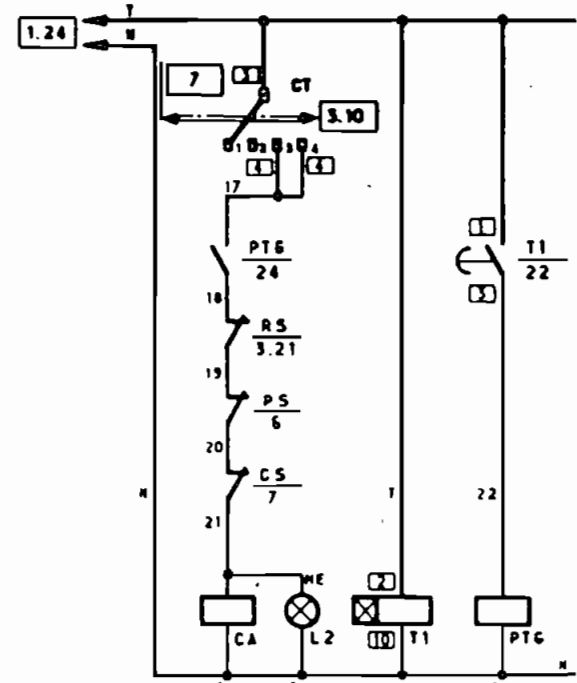
PRECHAUFFAGE EAU  
WATER PREHEATING  
P: 2,2 KW

CONTROLE SECTEUR  
NORMAL MAINS  
CONTACTEUR SECTEUR  
NORMAL MAINS  
CONTACTEUR SECTEUR  
ARRÊT ENROUPE SUR  
CONTACTEUR SECTEUR  
GEN. SET STOPPING ON  
NORMAL MAINS CONTROL  
SECTEUR TENSION  
NORMAL MAINS  
VOLTAGE ON

O	F	O	F	O	F
20	3.15	20	1.3	3.19	
			1.3		
			1.4		
			1.5		



CHARGEUR BATTERIES  
BATTERIES CHARGER



CONTACTEUR ALTERNATEUR  
ALTERNATOR CONTACTOR  
GEN SET ENROUPE  
PRESENCE TENSION ALTERNATEUR  
ALTERNATOR VOLTAGE ON  
CONTROLE TENSION ALTERNATEUR  
ALTERNATOR VOLTAGE CONTROL

O	F	O	F	O	F
7	1.6	24	4	20	
	1.8				
	1.9			3.11	
	1.10			3.20	

AUXILIAIRES. TELECOMMANDE CONTACTEURS  
AUXILIARIES - CONTACTORS TELECONTROL

A	C	E
B	D	F



E 37

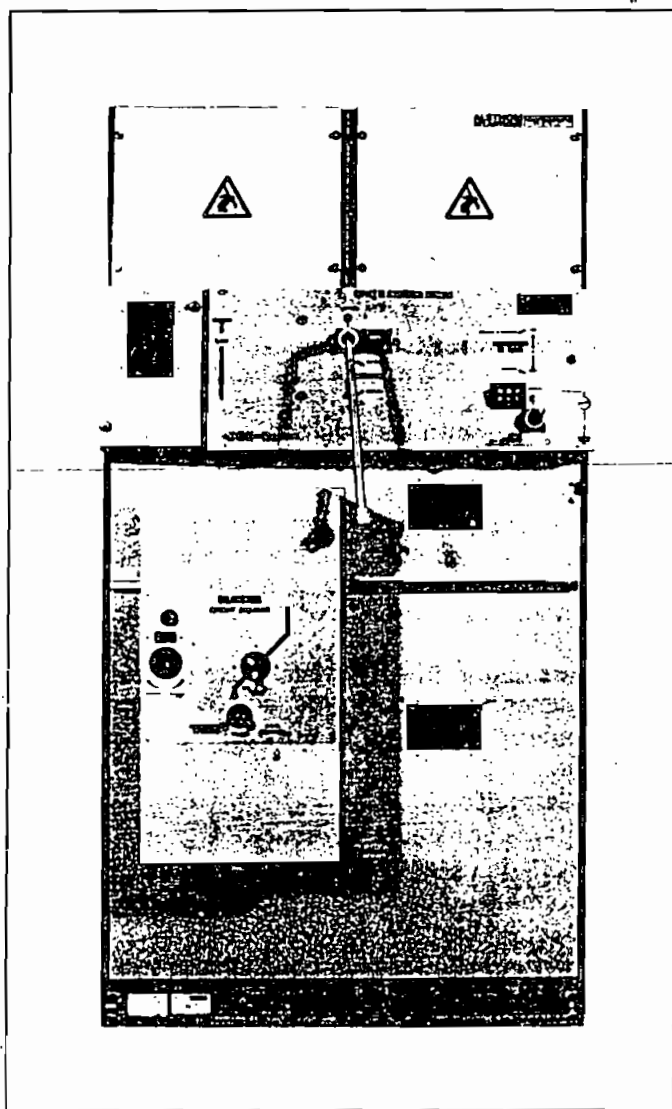
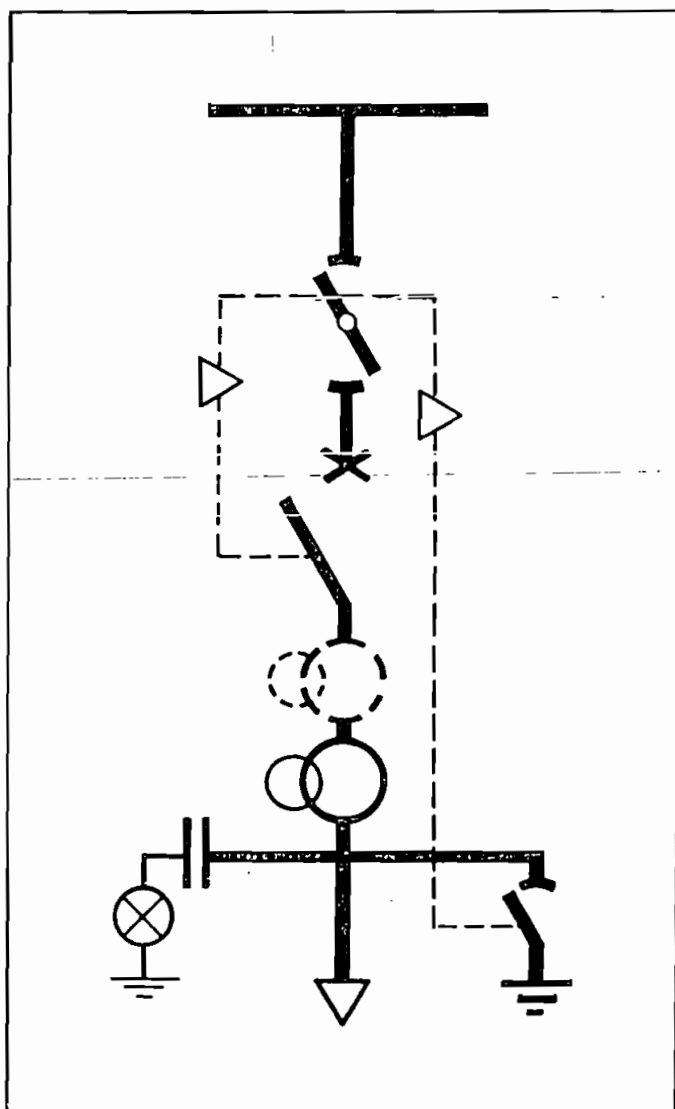
EO 6266

APP. 30371

SHEET	
2	1

cellule **fluomatic**® H.T.  
disjoncteur  
F 541

schéma électrique



**ALSTHOM  
ATLANTIQUE**

appareillage moyenne tension

**DELLE - ALSTHOM**

## caractéristiques techniques

Tension nominale	24 kV		
Tension assignée de tenue à fréquence industrielle 50 Hz 1 mn au choc onde 1.2/50 $\mu$ s	50 kV eff. 125 kV crête		
Courant assigné en service continu disjoncteurs jeu de barres	400 ou 630 A 400, 630 ou 1250 A		
Pouvoir de coupure symétrique cycle 0-3 mm-FO-3 mm-FO	kA eff.	kV	
suivant HN 64 S 41	12,5	24	
	14,5	10	
suivant recommandations CEI	16	24	
	16	24	
Pouvoir de coupure symétrique cyle 0-0,3 sec-FO-15 sec-FO	kA eff.	kV	
	16	24	
Courant de courte durée admissible	kA eff. (1 s.)	kA crête	kV
suivant HN 64 S 41	12,5	31,5	24
	14,5	36,5	10
suivant recommandations CEI	16	40	24
Conformité aux normes	UTE C 13-100 - UTE C 64-100 UTE C 64-400 recommandation CEI 298 - CEI 56 spécification EDF HN 64 S 41		
Degré de protection (NF C 20-010)	IP 305		
Agrément E.D.F.	HM 51 07 123		

## équipement de base

1 jeu de barres ① In 400 A, 630 A ou 1250 A.

1 sectionneur rotatif ② type SR 6 In 400 ou 630 A à double isolement et à mise à la terre visible en position "ouvert". Il comporte des écrans assurant la séparation physique totale entre les volumes jeu de barres et disjoncteur. Il est commandé depuis la face avant par un levier amovible.

1 disjoncteur type FR 62 ③ à coupure dans l'hexafluorure de soufre In 400 ou 630 A, monté sur chariot et déconnectable, équipé d'une commande mécanique à accumulation d'énergie par ressorts à réarmé manuel (BLR).

3 diviseurs capacitifs ⑥ détecteurs de présence de tension alimentant un boîtier de lampes néon.

1 sectionneur de mise à la terre ⑦ des extrémités de câbles.

### éventuellement :

- 3 ou 6 transformateurs de courant ⑤ à simple ou double rapport.

- 3 transformateurs de tension ④ montage amont ou aval.

1 tôle de fond ⑧ prévue pour le raccordement de 3 câbles secs unipolaires 240 mm<sup>2</sup> maxi.

### 1 ensemble de protection :

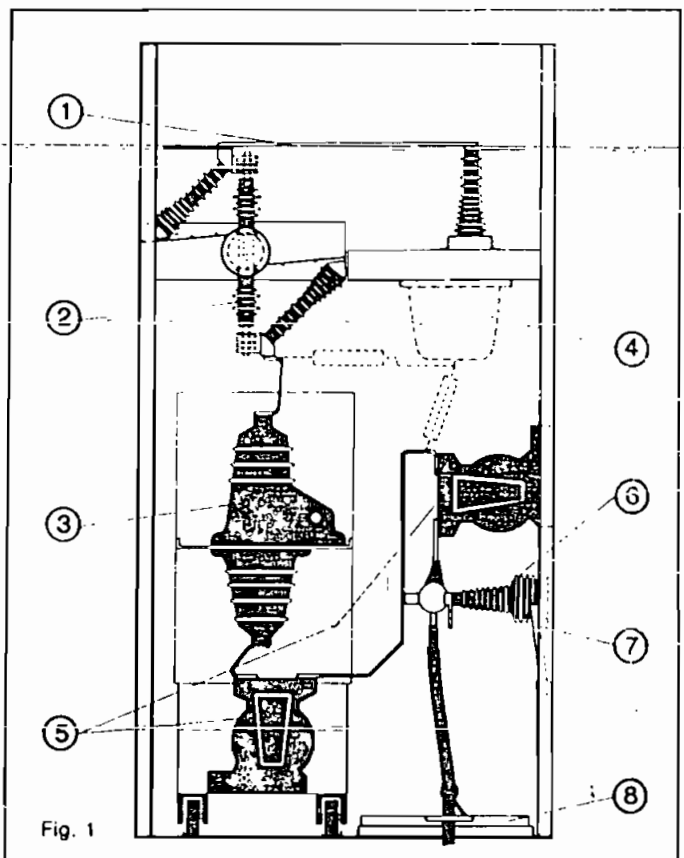
- avec source auxiliaire, sous capot en face avant, 1 relais de protection type BE 321 C, (2 relais de phase et 1 relais homopolaire) alimenté par 3 noyaux de TC distincts de ceux de comptage, 1 bobine de déclenchement à manque de tension alimentée par batterie.

- sans source auxiliaire, sur le chariot du disjoncteur, 1 déclencheur secondaire type A 321 K, (2 relais de phase ou 2 relais de phases + 1 relais homopolaire) alimenté par 3 noyaux de TC distincts de ceux de comptage, alimentant un percuteur type KZ C2 monté sur la commande.

**asservissements mécaniques et par serrure.**

## équipements complémentaires

(sur demande)



- 1 commande électrique type BLRM.
  - 1 électro de déclenchement ou d'enclenchement à émission de tension.
  - 1 électro de déclenchement à manque de tension.
  - 2 contacts auxiliaires inverseurs sur sectionneurs de ligne et/ou sectionneur de terre.
  - 4 - 8 ou 12 contacts auxiliaires sur disjoncteur.
  - 1 coffret de relayage placé à la partie supérieure avant gauche (en face avant ou sur le toit de la cellule pour le relayage d'encombrement important).
- Volume utile : H. : 395 - L. : 500 - P. : 400.



## fonctionnement (Fig. 2)

La cellule étant en service, disjoncteur et sectionneur de ligne fermés, sectionneur de terre ouvert.

### Pour mettre la cellule hors service :

- ouvrir le disjoncteur en tournant le bouton de manœuvre ① de la commande.  
Position confirmée par l'indicateur ② du schéma synoptique.
- verrouiller le disjoncteur en position "ouvert" avec la serrure ③ et récupérer la clé.
- introduire la clé dans la serrure ④ et déverrouiller la commande du sectionneur de ligne.
- manœuvrer le levier ⑤ qui assure l'ouverture du sectionneur de ligne.  
Position confirmée par l'indicateur ⑥ du schéma synoptique et également à travers le hublot ⑦.

### Pour avoir accès au disjoncteur :

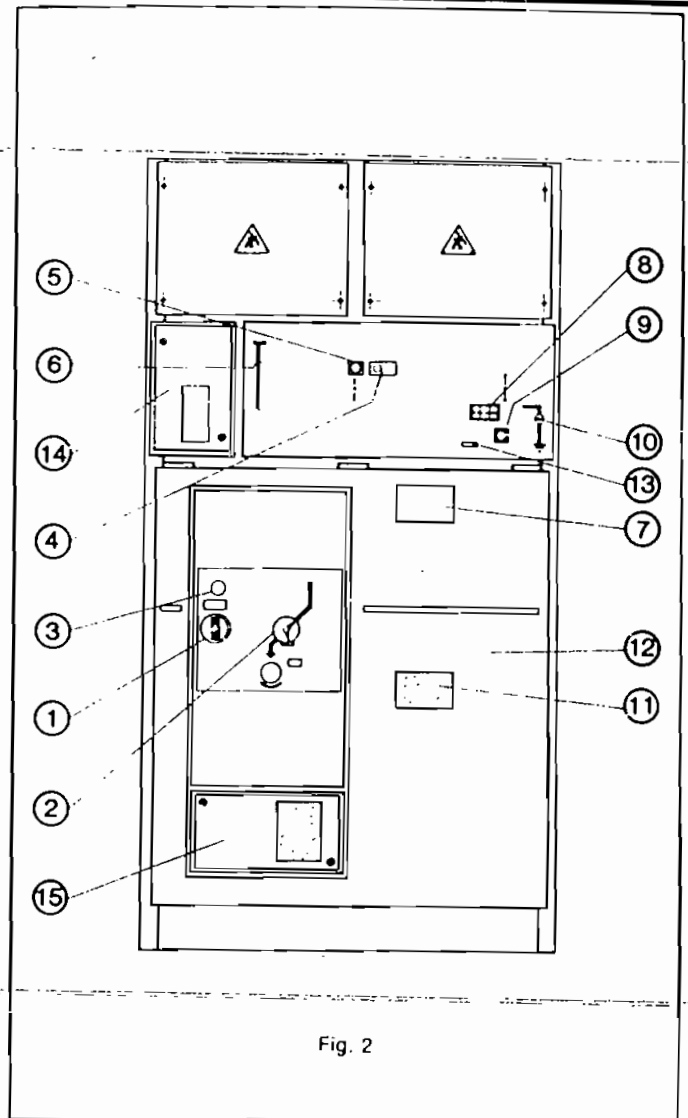
- après avoir vérifié l'absence de tension à l'aide du boîtier de lampes néon ⑧, manœuvrer le levier ⑨ qui assure la fermeture du sectionneur de terre.
- Position confirmée par l'indicateur du schéma synoptique ⑩ et également à travers le hublot ⑪.
- soulever le panneau ⑫ et l'extraire.

Panneau extrait, possibilité d'effectuer des mesures sur les câbles (ouvrir le sectionneur de terre).

**Attention :** La manœuvre d'ouverture du sectionneur de terre, n'est possible qu'après avoir actionné le poussoir de déverrouillage ⑬.

### Pour procéder au réglage et aux essais des protections :

- avec relais BE 321 C, accéder aux réglages du relais en enlevant le capot transparent et utiliser les boîtes à bornes au niveau du capot de relaiage ⑭.
- avec déclencheur A 321 K procéder de la même façon au niveau du panneau de relaiage ⑮.



## installation

### Raccordement MT au réseau

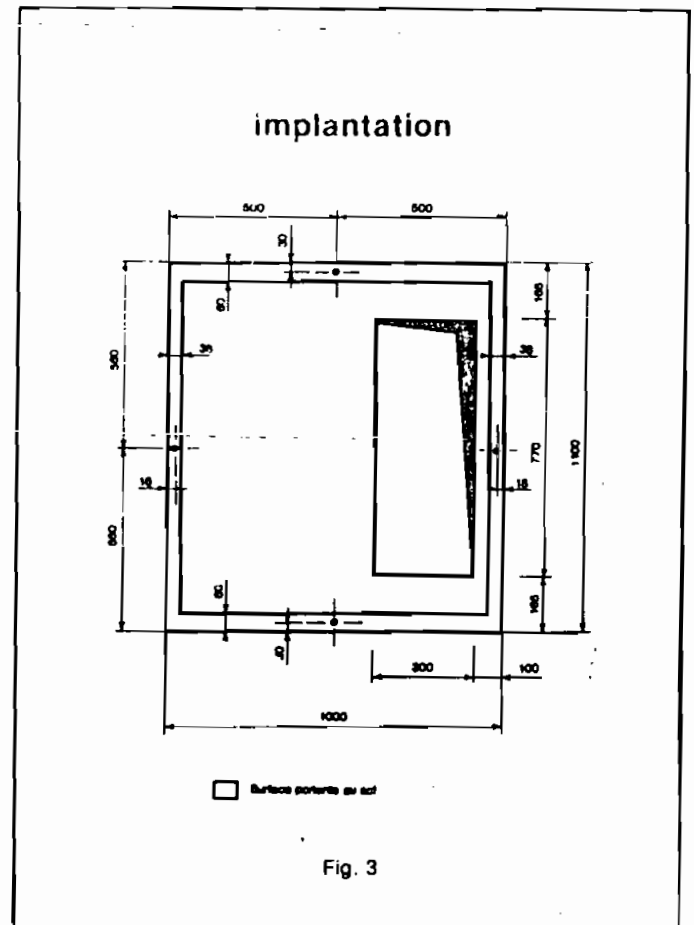
par câbles secs unipolaires (fig. 3).

Profondeur du caniveau :

- câbles  $\leq 95 \text{ mm}^2$  : 450 mm
- câbles  $< 95 \text{ mm}^2$  et  $\leq 240 \text{ mm}^2$  : 530 mm

### Raccordements des filières auxillaires

- à la partie supérieure vers goutte de câbles BT ou
- à la partie inférieure de la cellule vers le caniveau.



# ÉTAT STATISTIQUE

## PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

### A. PRODUCTION Comptages généraux centrale énergie active

ALTERNATEURS	ANCIEN INDEX	NOUVEL INDEX	K W H	POINTE MAX
BROWN BOVERI 4000 KW				
SAUTERS 1-2 2000 KW				
CENTRALE DIESELS 1150 KW				

PRODUCTION TOTALE \_\_\_\_\_ K W H

POINTE MAXIMUM PRODUCTION \_\_\_\_\_ KW, le \_\_\_\_\_

### B. DISTRIBUTION Comptages généraux centrale énergie active

CIRCUITS	ANCIEN INDEX	NOUVEL INDEX	K W H	POINTE MAX
SECTEUR SENELEC.....				
USINE SONACOS (1).....				

(1) Les Index comptabilisent l'ensemble des compteurs divisionnaires

DISTRIBUTION TOTALE \_\_\_\_\_ K W H

POINTE MAXIMUM SECTEUR \_\_\_\_\_ KW, le \_\_\_\_\_

Observations importantes \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**C. PRODUCTION** Comptages généraux centrale énergie réactive

ALTERNATEURS	ANCIEN INDEX	NOUVEL INDEX	KVARH	
BROWN BOVERI 4000 KW				
SAUTERS 1-2 2000 KW				
CENTRALE DIESELS 1150 KW				

PRODUCTION TOTALE ..... KVARH

**D. DISTRIBUTION** Comptages généraux centrale énergie réactive

CIRCUITS	ANCIEN INDEX	NOUVEL INDEX	KVARH	
SECTEUR SENELEC.....				
USINE SONACOS (1).....				

(1) Différence entre production et distribution seteur

DISTRIBUTION TOTALE ..... KVARH

**RENSEIGNEMENTS COMPLEMENTAIRES**

COSINUS PHI PRODUCTION .....

COSINUS PHI SECTEUR .....

COSINUS PHI USINE .....

PERTE DISTRIBUTION ..... KWH .....

.....

.....

.....

.....

Ziguinchor, le ..... 19 .....

Le Chef de Service Electrique

Le Directeur,

SERVICE ELECTRIQUE

RELEVÉ JOURNALIER  
DES COMPTEURS TOTALISATEURS

Le \_\_\_\_\_ 19\_\_ 8 HEURES

A - PRODUCTION                      TOTALE \_\_\_\_\_ KWH                      POINTE MAXI \_\_\_\_\_ KW

( !	ALTERNATEURS	! ANCIEN INDEX	! NOUVEL INDEX	! KWH
(	BROWN BOVERI 4000 KW			
(	SAUTTER 1000 KW			
(	CENTRALE DIESELS 1150 KW			
(	S. SENELEC RECEPTION			

B - DISTRIBUTION                      TOTALE \_\_\_\_\_ KWH                      POINTE MAXI SECTEUR \_\_\_\_\_ KW

( !	CIRCUITS	! ANCIEN INDEX	! NOUVEL INDEX	! KWH
(	AUXILIAIRE CENTRALE			
(	POMPE WHARF 4000			
(	SERVICE GENERAL			
(	ANNEXES HUILERIE			
(	PRESSERIE ARACHIDE			
(	ANNEXES PRESSERIE ARACHIDE			
(	PRESSERIE COTON			
(	ANNEXES PRESSERIE COTON			
(	POMPES WHARF I ET II			
(	PELLETISATION			
(	EXTRACTION			
(	B. T.			
(	DECORTICAGE			
(	CHAUDIERE DUQUENNE			
(	ECLAIRAGE DUQUENNE			
(	HUILERIE A1			
(	HUILERIE A2			
(	HUILERIE PALMISTE			
(	TOTALE USINE			
(	SECTEUR SENELEC EMISSION			

C - PRODUCTION

TOTALE ENERGIE REACTIVE \_\_\_\_\_ KVARH

ALTERNATEURS	ANCIENT INDEX	NOUVEL INDEX	KVARH
BROWN BOVERI 4000 KW			
SAUTER 1000 KW			
CENTRALE DIESELS 1150 KW			
S. SENELEC RECEPTION			

D - DISTRIBUTION

TOTALE ENERGIE REACTIVE \_\_\_\_\_ KVARH

CIRCUITS	ANCIENT INDEX	NOUVEL INDEX	KVARH
SECTEUR SENELEC EMISSION			
USINE SONACOS.....			
SERVICE GENERAL			

(1) Différence entre production et distribution secteur

OBSERVATIONS IMPORTANTES : \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

L'Agent Releveur

Le Chef du Service Electrique