

UNIVERSITE D'ALGER

10/77

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DÉPARTEMENT ÉLECTRICITÉ

اندرسة الوطنية للعلوم الهندسية
FILIÈRE D'INGÉNIEUR EN ÉLECTROTECHNIQUE

ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

Aex

T₁+T₂

I

THESE
DE FIN D'ETUDES

Alimentation et Distribution en Energie
Electrique du Batiment
Electricité de l'E. N. P. A.

Etude Particulière de l'Alimentation en Courant Continu
(Proposition d'Implantation d'un Groupe Redresseur)

Proposé par :
A. Ph. GALLO

Etudié par :
S.N.P. Aissa Ben El Hocine
SADOK. Mahamed

Promotion Juin 1977

-- R E M E R C I E M E N T S --

- Nous tenons à remercier notre Promoteur Mr A. Ph GALLO de notre profonde reconnaissance pour ses précieux commentaires et explications des points essentiels de ce projet.

- Nous remercions Mr V. STIRBU pour tous les conseils qu'il nous a prodigués.

Nous remercions également Mr A. GRESILLON de nous avoir aidé dans les essais que nous avons effectués au Laboratoire.

Nos remerciements vont à Mr KHELIOUATI agent d'entretien du laboratoire d'Electrotechnique et à tout le personnel de la SNTF (Service S.E.S) qui nous ont aidés aussi bien moralement que matériellement, pour la composition de cet ouvrage.

Notre mémoire concerne d'une façon générale les disponibilités en alimentations électriques du bâtiment électricité de l'ENPA, dont la vocation est de former des ingénieurs électrotechniciens et électroniciens. Il nous a paru primordial de nous intéresser à ce sujet, parmi les autres thèmes proposés pour les projets de fin d'études.

Il est en effet notoire que les installations électriques des laboratoires du Bâtiment Electricité de l'ENPA souffrent depuis bon nombre d'années de maux contre lesquels peu de remèdes ont été apportés : nous citons surtout l'usure du matériel, les avaries, le coefficient d'utilisation important accélérant le vieillissement, le manque d'entretien par un personnel qualifié.

La gamme très étendue de possibilités offertes par ces installations s'en est trouvée, au fil des ans, considérablement réduite, au point de présenter aujourd'hui un rapport qualité de service / importance des installations insuffisant, voir alarmant.

Nous avons, en entamant cette étude, l'intention de porter notre réflexion sur la desserte des laboratoires en courant continu. Mais très vite, nous nous sommes aperçus que cet objectif, tout en gardant son importance, ne devait pas masquer l'aspect plus général de l'état des installations.

Il s'est donc agi pour nous de procéder à une véritable enquête sur la situation de l'alimentation en énergie électrique, et plus particulièrement du laboratoire des machines, où les défauts sont les plus importants.

Notre travail a été mené de façon systématique de façon à préparer les interventions de remise en état et aussi pour laisser aux utilisateurs des laboratoires

dans l'immédiat, un document leur permettant d'utiliser au mieux les installations.

Nous proposons également une modernisation de l'alimentation en courant continu, ne perdant pas de vue notre point de départ.

Nous serions particulièrement heureux que notre mémoire, en décrivant la situation réelle des installations et les remèdes à apporter, puisse contribuer à entreprendre les travaux nécessaires à leur rénovation.

INTRODUCTION -

Tout d'abord, une installation fonctionne parfaitement ; mais à la longue des dérangements inévitables apparaissent, quels que soient la valeur du matériel et le soin apporté au montage. Si l'on n'intervient pas immédiatement, ces dérangements, souvent bénins à l'origine, se multiplient et s'aggravent peu à peu, jusqu'à obliger un jour ou l'autre à immobiliser le matériel défectueux et à mettre en service la réserve, lorsqu'elle existe. Tôt ou tard, celle-ci peut faillir à son tour et l'installation doit être arrêtée en tout ou en partie.

Pour cela, nous nous sommes proposé d'étudier les installations d'alimentation et de distribution du bâtiment d'électricité de l'ENPA et notamment les ensembles d'alimentations individuels du laboratoire d'électrotechnique ainsi que les différentes sources de courant continu existentes.

Notre tâche consistait donc à vérifier et à étudier sur place l'ensemble de l'équipement utilisé et à rechercher les moyens à mettre en oeuvre pour un bon fonctionnement des installations ; ceci nous a amené à adopter le plan d'étude suivant :

PLAN D'ETUDE -

→ 1ere partie

- Principe général de la distribution - Implantation des alimentations du bâtiment Electricité

- Ensembles d'alimentations individuels

- 2eme partie

- Etat actuel des installations

- 3eme partie

- Modifications souhaitables pour l'alimentation en courant continu.

=- PREMIERE PARTIE -

- PRINCIPE GENERAL DE LA DISTRIBUTION - IMPLANTATION DES
ALIMENTATIONS DU BATIMENT ELECTRICITE

- ENSEMBLES D'ALIMENTATIONS INDIVIDUELS

A - PRINCIPE GENERAL DE LA DISTRIBUTION - IMPLANTATION DES ALIMENTATIONS DU BÂTIMENT ELECTRICITE -

1°) ALIMENTATION EN COURANT ALTERNATIF 50 Hz

L'alimentation générale du bâtiment Electricité se fait par un câble armé au papier imprégné moyenne tension 10 000V depuis le poste de SONEGAS. Ce câble alimente un poste préfabriqué ALSTHOM de 100 + 63 KVA situé au sous sol dans la salle des tableaux du laboratoire d'électrotechnique (partie extrême est du sous-sol).

(voir plan d'implantation des ensembles individuels du sous-sol)

le poste préfabriqué comprend essentiellement :

- une cellule "Départ N°2" : Moyenne tension 10 000V pour groupe et essais de puissance et ensembles individuels.
- Une cellule "Transformateur N°1" puissance 100 KVA
- Une cellule "Transformateur N°2" puissance 63 KVA

a) "DEPART N°2" MT 10 Kv pour groupe et essais de puissance et ensembles individuels

A partir du jeu de barres Moyenne Tension 10 Kv du poste préfabriqué un départ MT 10 Kv alimente :

- le groupe des essais à forte puissance
- le groupe des essais à forte intensité
- le local des essais aux ondes de choc et essais diélectriques
- les neuf transformateurs des ensembles d'alimentation individuelle destinés à l'alimentation de plateformes d'essais de machines du rez-de-chaussée, En effet les essais de machines font intervenir en général des puissances non négligeables et entraînant donc des chutes de tensions importantes en ligne.

Par conséquent l'alimentation de chaque plateforme (pupitre) individuelle est faite par un ensemble : Poste moyenne tension - Armoire basse tension alternative - Armoire basse tension continue -

Ainsi donc les plateformes ne réagissent pas les unes sur les autres.

b) Transformateur N°1

C'est un transformateur triphasé blindé à refroidissement naturel dans l'air, ayant les caractéristiques suivantes :

- puissance nominale : 100 KVA
- tension primaire : 10 Kv
- tension secondaire : 220V / 127V
- couplage primaire : étoile
- couplage secondaire : étoile avec neutre sortie
- prise de réglage $\pm 5\%$ côté haute tension

La basse tension 220V - 127V de ce transformateur arrive sur les barres triphasées de la cellule n°7 du tableau général Basse Tension le départ, contrôlé à partir de la cellule n°8 alimente :

- Les salles du rez-de-chaussée sauf les salles de mesure
- Les salles d'électrotechnique
- Les salles auxiliaires du sous-sol
- Un groupe de charge de batterie d'accumulateurs au plomb (B1)
- Une armoire redresseuse pour charge des batteries d'accumulateurs au Cadmium - Nickel - (B2)

.../...

1°) Transformateur N°2

C'est aussi un transformateur triphasé blindé de puissance 63 KVA de spécifications identiques au transformateur N°1 de puissance 100 KVA précédemment décrit.

L'arrivée BT 220V - 127V de ce transformateur part sur les barres triphasées de la cellule N°13 du tableau général de distribution BT :

Le départ est commandé depuis la cellule N°14 et alimente les salles suivantes :

- les deux salles de mesures du rez-de-chaussée
- les salles de mesures en électronique du 1er étage
- les salles du 2ème étages.

2°) ALIMENTATION EN COURANT CONTINU

Le courant continu est délivré par deux types de batterie d'accumulateurs :

- Batterie d'accumulateurs au plomb pour les mesures à tension multiples
- ✓ - Batterie d'accumulateurs au Cadmium - Nickel pour les services auxiliaires 125V. ¹³⁰

a) Batterie d'accumulateurs au plomb

La batterie d'accumulateurs au plomb, se trouvant dans la salle des batteries au sous-sol, comprend 70 éléments (numérotés de 1 à 70) réparties en deux rangées accolées de 24 éléments d'une part et une rangée séparée de 22 éléments d'autre part.

Elle comprend les départs suivants :

- une ligne de distribution à tension unique 125V pour armoires de distribution des salles de mesures .
- Une ligne de distribution à 6 tensions (de 6 à 36 v) vers les colonnes d'alimentations des salles de mesures .
- Une ligne de distribution à 20 tensions (de 2 à 40V) aboutissant au chassis répartiteur du sous-sol.

GROUPE DE CHARGE DE LA BATTERIE

Le dispositif de charge de la batterie d'accumulateurs au plomb situé dans la salle des auxiliaires est constitué par un groupe composé :

- d'un moteur asynchrone triphasé - 15CV - 220V - 50 HZ entraînant deux dynamos à 1425 T/mn .
- une dynamo shunt - 125 V - 6 KW .
- un survolteur (petite génératrice) à excitation séparée à tension variable de 0 à 50 V - puissance 2,5 KW.

Le démarrage du moteur est automatique, en trois temps (avec insertion de résistances rotoriques).

Le circuit de charge de la batterie au plomb est constitué par le survolteur monté en série sur le pôle (+) de la dynamo, un réducteur d'élimination des éléments de réduction et un interrupteur.

b) Batterie d'accumulateurs au Cd.Ni et redresseur de charge

La batterie d'accumulateurs au cadmium - nickel, placé dans une armoire dans la salle des essais climatiques, a une capacité de 160 Ah, une tension nominale de 125V et est

formée de 92 éléments.

Le redresseur de charge triphasé placé à côté de cette batterie et alimenté sous une tension de 220V - 50HZ, fonctionne en tampon avec cette dernière. Le courant continu de l'ensemble arrive à la cellule N°10, et est ensuite distribué pour alimenter les circuits suivants :

- Les plateformes (pupitres) d'essais de machines du ~~red-de-~~chauffée ainsi que les excitations des machines des groupes des ensembles individuels.
- Certains moteurs et circuits d'excitation des machines auxiliaires.

- Tous les circuits de signalisation et d'éclairage des cellules du tableau général de distribution.

La batterie d'accumulateurs au Cd. Ni assure en outre l'alimentation de l'éclairage secours (5KW environ).

REMARQUE :

Un inverseur bipolaire placé à la cellule N°9 permet d'alimenter en secours les barres de la batterie d'accumulateurs au Cd.Ni, soit par la génératrice shunt du groupe de charge des batteries d'accumulateur au plomb, soit par la batterie d'accumulateurs au plomb elle-même. Cet inverseur à commande de la face avant de la cellule N°9 comporte 3 positions:

- position I : batterie d'accu. au plomb
- position II: Dynamo groupe de charge des batteries d'accumulateurs. au plomb B1.

- position intermédiaire : hors-circuit.

3°) AUTRES SOURCES AUXILIAIRES :

Les autres sources auxiliaires transitant par le Tableau Général Basse Tension aboutissent à des pupitres de commande placés dans la salle de mesures du 1er Etage. De là, elles peuvent être renvoyées dans les autres laboratoires, par l'intermédiaire de répartiteur des armoires de distribution. Elles comprennent :

- Le groupe à tensions sinusoïdales 50 - 150 - 250 - 350HZ
- le groupe à tension et fréquence variables 500 - 1000HZ
- le groupe d'étalonnages des compteurs.

a) Groupe à tensions sinusoïdales 50 - 150 - 250 - 350HZ

Ce groupe est constitué par :

- un moteur à courant continu ayant les caractéristiques
 - puissance nominale 5CV
 - tension nominale 125V
 - Vitesse nominale 1500T/mn
 - Excitation shunt

Le moteur est pourvu d'une armoire de démarrage automatique et d'un régulateur de vitesse électronique. Le dispositif de démarrage est à 3 temps à commande à distance.

Le régulateur permet de maintenir la vitesse sensiblement constante à 0,5% de sa valeur nominale pour une variation de charge de zéro à 100% et une variation de $\pm 5\%$ de la tension d'alimentation normale.

.../...

Le régulateur peut être mis en service ou hors service à volonté.

- Quatre alternateurs à tension sinusoïdale ~~non~~ accolés arbre à arbre de tension 220V dont les caractéristiques sont les suivantes :

- un alternateur ; 50HZ, 2KVA, 220V
- un alternateur ; 150HZ, 1KVA, 220V
- un alternateur ; 250HZ, 1KVA, 220V
- un alternateur ; 350HZ, 1KVA, 220V

Les alternateurs sont excités par le courant continu pris sur les barres 125V, qui alimente les batteries d'accumulateurs au Cd.Ni, et sont réglés, soit par Rheostat placé à la cellule N°2 du Tableau Général de Distribution, soit à distance par d'autres Rheostats montés sur un pupitre de commande (salle de mesures du 1e Etage).

b) Groupe à fréquence et tension variables

Ce groupe se compose de 2 parties :

- Un groupe convertisseur à tension variable : (0-120V)

Ce groupe comprend :

- Un moteur asynchrone triphasé à rotor en court circuit ayant les caractéristiques suivantes :
- puissance nominale 5 CV
- tension nominale 220 V - 50 HZ
- Vitesse nominale 1425 T/mn

Le démarrage du moteur est réalisé par couplage étoile-triangle
- Le moteur est accouplé à une génératrice à courant continu à excitation indépendante dont les principales caractéristiques sont :

- puissance nominale 3 KW
- tension nominale 120 V
- Vitesse nominale 1425 T/mn
- Tension d'alimentation de l'inducteur : 120 V avec Rhéostat d'excitation à variation continue et à montage potentiométrique.

- Un groupe à fréquence variable :

Ce groupe est constitué par deux machines accouplées arbre à arbre :

- moteur à courant continu à excitation indépendante ;
caractéristiques :

- puissance nominale : 2 CV
- vitesse nominale : 1500 T/mn
- tension d'alimentation de l'induit variable de 0 à 120 V
- tension d'alimentation de l'inducteur 120 V

Le moteur est alimenté par la génératrice du groupe convertisseur précédent. La vitesse est variable de 0 à 1500 T/mn avec rhéostat d'excitation à variation continue.

.../...

- Un alternateur monophasé de :

- * Fréquence 1000HZ à 1500 T/mm pouvant débiter une intensité de 10A, sous une tension de 115 V à 750 T/mm (500 HZ) et 115 V également à 1500 T/mm (1000 HZ) à excitation réduite, avec rhéostat d'excitation à variation continue, alimenté par une source extérieure 120V (Batterie d'accu. au Cd. Ni) permettant le réglage de la tension.

Le contrôle et la commande de l'ensemble Groupes à tension et fréquence variable s'effectuent soit depuis la CELLULE N°3 du tableau général B.T soit depuis un pupitre du 1e étage.

REMARQUE -

Un commutateur rotatif tripolaire permet d'utiliser la génératrice de deux façons :

- soit pour l'alimentation du moteur de l'alternateur
- soit pour obtenir une tension continue, utilisée dans le répartiteur.

c) Groupe d'Etalonnages des compteurs

Il est constitué par 3 machines accouplées arbre à arbre :

- Un moteur à courant continu dont les caractéristiques sont :
 - puissance nominale : 5 CV
 - tension nominale : 125 V
 - vitesse nominale : 1500 T/mm
 - excitation shunt

Ce moteur est de caractéristiques identiques ~~ax~~ précédent avec démarreur automatique, régulateur de vitesse et rhéostat d'excitation.

.../...

- Un alternateur triphasé à TENSION :

Bobinage étoilé avec neutre sorti

Tension nominale 220V - 127V - 50HZ

Vitesse nominale 1500T/mn

Puissance nominale 1 KVA

Le stator de cet alternateur peut être décalée de 45 degrés en avance ou en retard, par rapport à une position moyenne, cette position moyenne étant celle qui correspond à un déphasage nul entre la tension de l'alternateur et celle de l'alternateur spécifié ci-après.

La commande de ce décalage est effectuée par un servo-moteur à courant continu 120V à deux sens de rotation, contrôlé à distance par deux boutons-poussoirs.

- Un alternateur triphasé à "COURANT"

Bobinage étoilé avec neutre sorti

Tension entre phases 12V - 50HZ

Vitesse nominale : 1500T/mn

Intensité nominale : 100A

Les deux alternateurs sont excités par la source continue de tension 125V fournie par la batterie d'accumulateurs au Cd. Ni. Le réglage de chacun de ces alternateurs est obtenu par un rhéostat d'excitation à variation continue.

.../...

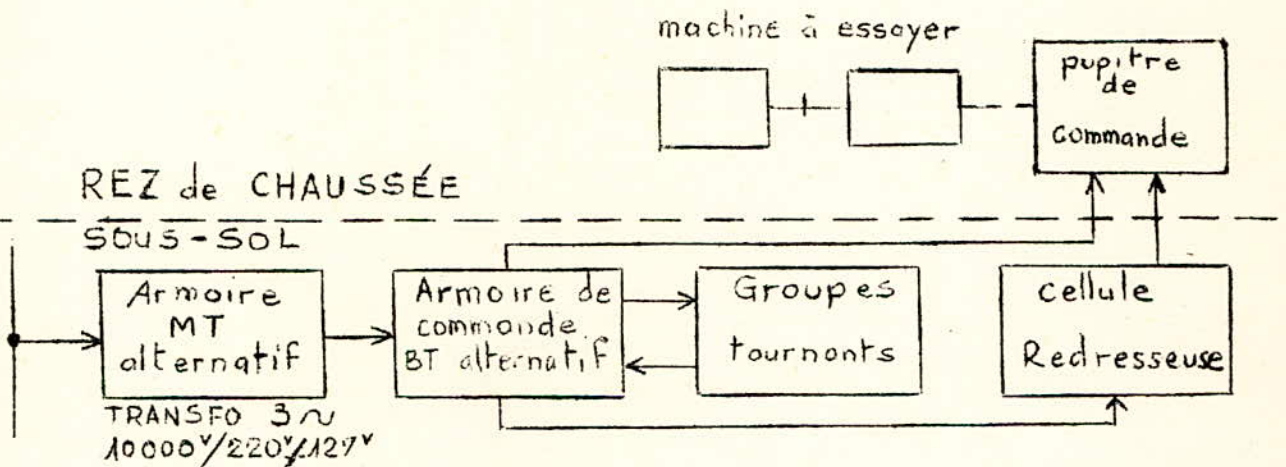
B - ENSEMBLES D'ALIMENTATIONS INDIVIDUELLES

- L'alimentation de chaque pupitre de commande de la salle d'essais des machines se fait par un ensemble :

"Armoire MT alternatif - Armoire BT alternatif - Groupes tournants"

Certains ensembles individuels comprennent en outre des cellules redresseuses (sélénium, thyratrons, silicium, vapeur de mesure)

Nous représentons un ensemble individuel par le schéma synoptique général suivant :



- Armoire MT

L'arrivée générale en Moyenne Tension 10KV depuis le départ n°2 du poste préfabriqué "ALSTHOM" alimente les neuf armoires MT des ensembles d'alimentations individuelles. Elles contiennent chacune :

- un transformateur abaisseur 10KV/220 - 127V triphasé ayant les caractéristiques suivantes :

puissance nominale : 10 KVA

Tension primaire : 10 000V

Tension secondaire à vide : 230V

Bobinage primaire : étoile avec prise de réglage $\pm 5\%$

Bobinage secondaire : Zigzag avec neutre sortie.

Intensité primaire : 0,578A

Intensité secondaire : 25,1 A

Tension nominale d'isolement 17,5KV

Tension de court circuit 4,25V

Symbole de couplage Yz 11

- 3 coupe circuits à haut pouvoir de coupure 17,5 KV
- 1 batterie de condensateurs 220V - 1 KVAR
- 3 lampes de signalisation

- Armoire de commande BT :

Le transformateur décrit ci-dessus, alimente par l'intermédiaire de l'armoire de commande, des machines (moteurs, asynchrones, transformateurs, autotransformateurs, redresseurs etc...) qui permettent d'avoir, à la sortie de chaque pupitre, des tensions alternatives et continues réglées ou non et de valeurs fixes ou variables selon les besoins.

→ Cette armoire contient l'appareillage assurant le branchement, la protection et le démarrage automatique des moteurs sous tension réduite pour éviter un appel de courant trop important sur le secteur (transfo.) Elle contient en outre des accessoires de protection complémentaires et tout autre appareillage.

- Alimentation des pupitres

a) Tensions fixes

Les tensions fixes, continue 125V et alternative 220V - 127V 50HZ, sont délivrées respectivement, POUR CHAQUE PUPITRE, par les batteries d'accumulateurs au Cd. Ni et le transformateur principal 10KVA

correspondant à l'ensemble du pupitre.

b) Tensions variables

- La tension continue variable s'obtient, soit par des génératrices entraînées par des moteurs asynchrones, soit par des génératrices et des redresseurs, soit par des machines commutatrice et polymorphique.

- la tension alternative variable est produite soit à partir d'autotransformateurs, soit à partir d'alternateurs entraînés par des moteurs asynchrones synchronisés et dont on fait varier l'excitation soit par régulateurs d'induction, soit à partir d'une génératrice polymorphique.

- Les moteurs asynchrones, alternateurs, transformateurs et régulateurs d'induction et toute autre machine délivrant du courant alternatif sont protégés par des relais magnétothermiques les relais existant sur chacune des phases. Les génératrices à courant continu (dynamos, commutatrice et polymorphique), les redresseurs et le départ "Tension des Batteries" sont protégés par des relais magnétiques.

- Vu que chaque ensemble individuel a ses propres caractéristiques, nous faisons la description de tous les ensembles individuels; la description portera notamment sur les groupes des machines (tournantes et statique) redresseurs et un principe de fonctionnement.

1°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION A1

Il comporte :

- Un groupe convertisseur
- Un autotransformateur.

.../...

permettant d'obtenir les tensions, continue et alternative variables ou réglées.

a) Auto-transformateur :

la tension alternative variable s'obtient par action sur un auto-transformateur dont le primaire, couplé en étoile avec neutre sorti, est alimenté sous tension fixe 127V. Le secondaire est muni de curseurs commandées par un servo-moteur à deux sens de marche; ce dernier est un moteur asynchrone triphasé, à rotor à cage de 80W, protégé par 3 fusibles 4A. La tension secondaire (variable) de cet autotransfo. alimente un transformateur triphasé dont les enroulements secondaires et les trois phases du réseau sont montés respectivement en série et en opposition de phase.

La tension alternative variable obtenue aux bornes "alternatif variable ou réglé autotransfo." peut être réglée, automatiquement à la valeur $220V \pm 10\%$, par un régulateur de tension de type transformateur à curseur.

b) Groupe convertisseur

- la tension continue variable ou réglée s'obtient par un groupe convertisseur constitué par deux machines accouplées arbre à arbre

- Un moteur asynchrone : triphasé type GI25 by/P à rotor à cage avec les caractéristiques suivantes :

- Puissance nominale 8 CV
- Tension nominale 220V - 50HZ
- Vitesse nominale 1430 T/mn
- Facteur de puissance 0,84

.../...

Le dispositif de démarrage du moteur est automatique par couplage étoile-triangle; l'action sur la plate-forme de commande provoque l'enclenchement d'un nombre de contacteurs dans un ordre prédéterminé et correspondant à deux temps :

- Couplage des enroulements en étoile et mise sous tension du moteur.
- suppression du couplage étoile immédiatement suivi du couplage triangle.

- Une génératrice à courant continu type BP 562 dont les caractéristiques sont :

- Puissance nominale : 5 KW
- Tension nominale : 125V
- Vitesse nominale 1430 t/mn
- Tension d'excitation 125V
- Courant " 1,75 A en charge

- Un commutateur rotatif (placé sur le pupitre de commande A1) permet le réglage de la tension de la génératrice, soit par Rhéostat d'excitation, soit par régulateur de tension.

- Rhéostat d'excitation : à variation continu et à montage potentiométrique.

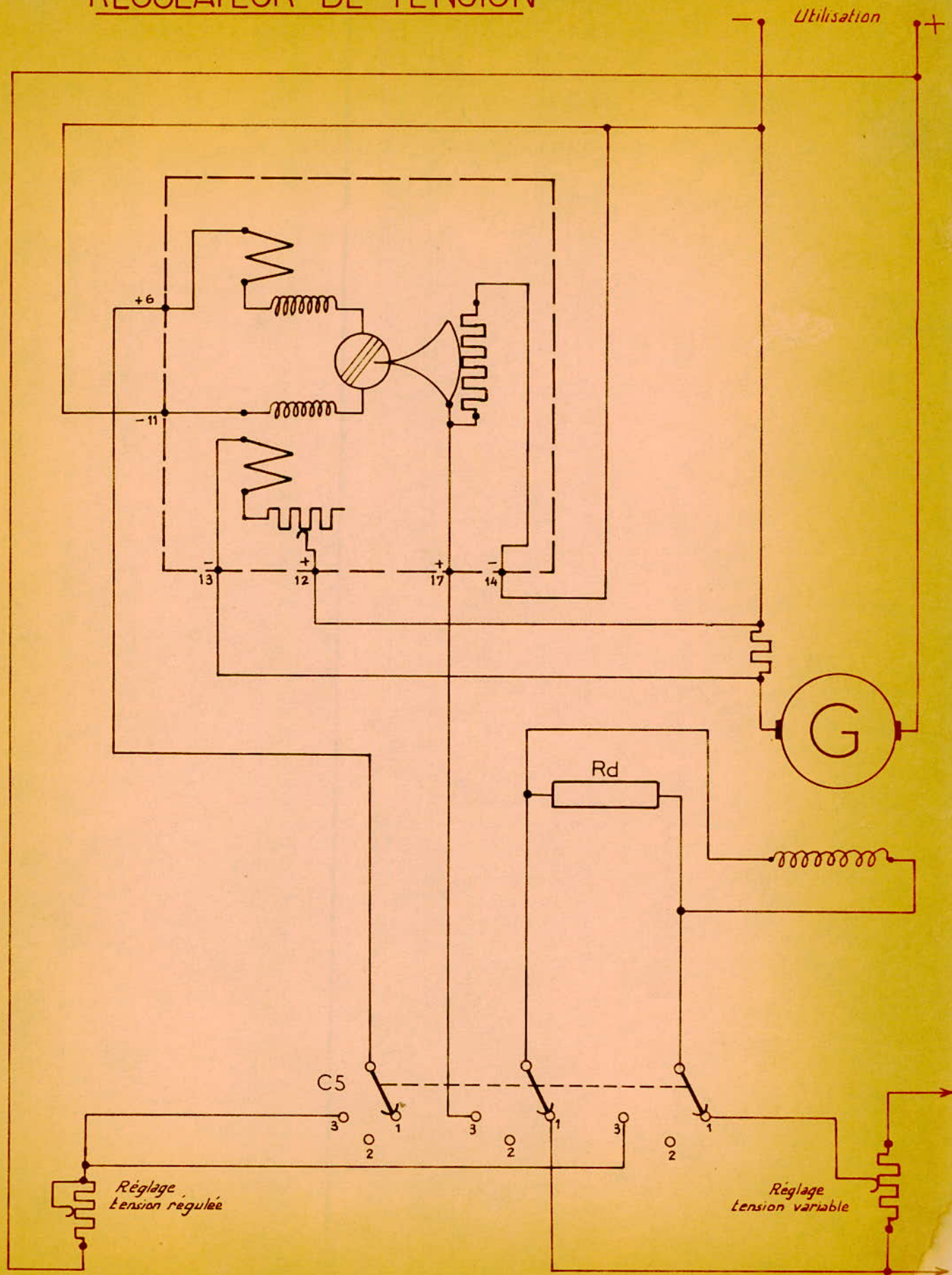
- Régulateur de tension :

Le régulateur de tension est de type AB2/0 à moteur couplé.

La valeur de la tension régulée est de 125V avec dispositif permettant de modifier cette valeur de $\pm 10\%$.

Le régulateur de tension de la génératrice a pour but de corriger automatiquement tout écart provoqué de part et d'autre, d'une valeur de régime déterminé par des variations de la charge ou de la vitesse de rotation.

REGULATEUR DE TENSION



C5 : Position 1 : manuel
Position 2 : hors circuit
Position 3 : réglé ou automatique

Il réalise cette condition en intercalant ou en court-circuitant un nombre plus ou moins grand d'éléments de résistance dans le circuit d'excitation de la génératrice, ce qui provoque la modification voulue du courant d'excitation.

- Le régulateur à moteur couple à action rapide se compose d'un système moteur, d'un système de réglage et d'un amortissement avec asservissement élastique. C'est un appareil dont le système de réglage est commandé directement par le système moteur. La figure de la page suivante montre la représentation schématique du régulateur de tension et son branchement avec la génératrice. La figure montre qu'en mettant le commutateur C5 sur la position 3 "Réglage tension réglée", la génératrice fonctionne en SHUNT

2°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION B1

(voir schéma de principe établi par ALSTHOM N°9211873)

L'ensemble comprend :

- un auto-transformateur similaire au précédent
- un groupe convertisseur
- une cellule redresseuse au sélénium.

a) Groupe convertisseur :

Il est constitué par deux machines accouplées arbre à arbre de mêmes spécifications que celles de l'ensemble A1.

- Moteur asynchrone G125 by/p : le démarrage du moteur se réalise par insertion de résistances statoriques :

L'impulsion sur le poste de commande provoque :

- la mise sous tension réduite du moteur par adjonction de résistances entre le réseau d'alimentation et le stator.

- la mise en court-circuit des résistances mettant sous pleine tension le moteur.

- Une génératrice BP5-62 à excitation indépendante :

le réglage de la tension s'effectue par rhéostat d'excitation à variation continue et à montage potentiométrique.

b) Redresseur au Sélénium :

Rappel : principe du redresseur :

Très succinctement, nous pouvons dire que, si deux couches l'une de sélénium, l'autre d'un métal convenable bon conducteur, sont placées l'une au contact de l'autre, il se forme entre les deux une barrière qui possède la propriété de redresser le courant ou plus exactement de laisser le courant passer plus facilement dans un sens que dans l'autre. Les redresseurs au sélénium sont ainsi caractérisés par la présence d'une couche semi-conductrice, dont la résistance varie considérablement avec le sens de passage du courant ; faible pour un certain sens "direct", elle est au contraire très élevée pour le sens dit "inverse".

Les redresseurs secs sont construits par des combinaisons d'éléments actifs identiques possédant des caractéristiques électriques bien définies, qui permettent d'en déterminer le nombre à grouper en parallèle pour fournir une intensité donnée, et en série pour résister sans inconvénient à la tension inverse de fonctionnement.

Caractéristiques de la cellule

Puissance nominale : 5 KW

Tension nominale : 125 V \pm 10%

Courant nominale : 40 A

.../...

La figure donnée ci-contre représente le schéma de principe du redresseur au sélénium : un transformateur 500/150 V, dont le primaire est en triangle, le secondaire en étoile, alimente 6 diodes au sélénium montées en pont de GRAETS.

Le refroidissement est assuré par un ventilateur actionné par un moteur asynchrone triphasé à rotor à cage d'écureuil.

Le réglage de la tension s'obtient par auto-transformateur.

La tension continue redressée peut être réglée, par un régulateur de type transformateur à curseurs, à la valeur 125V, avec dispositif permettant de la modifier de $\pm 10\%$.

3°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION C1

(voir schéma de principe n° 9211876 ALSTHOM)

Il comporte un groupe convertisseur constitué par 3 machines :

- un moteur asynchrone synchronisé
- une génératrice à courant continu
- un alternateur

Le groupe délivre au pupitre C1 les tensions alternative variable ou réglé, continue variable ou réglée.

a) Génératrice :

La tension continue variable ou réglée est délivrée par une génératrice F6G dont les caractéristiques sont :

- puissance nominale 5 KW
- tension nominale 125V
- tension d'excitation 120V
- Courant d'excitation 2,5 A

.../...

.. 21 ..

Vitesse nominale 1500 t/mn

Le réglage de la tension par Rhéostat d'excitation à variation continue et à montage potentiométrique. La tension peut être réglée, par un régulateur à moteur couplé, à la valeur $125V \pm 10\%$.

b) Alternateur :

La tension alternative variable ou réglée est obtenue par un alternateur triphasé M61 dont les spécifications sont :

puissance nominale 5 KVA

tension nominale 220V - 127V 50HZ

tension d'excitation 125 V

Courant d'excitation 2,4 A

Vitesse nominale 1500 t/mn

L'alternateur est excité par un potentiomètre à variation continue. Un régulateur de type rhéostatique RVR maintient la tension constante à la valeur $220V \pm 10\%$.

c) Moteur asynchrone synchronisé

Les deux machines décrites ci-dessus sont entraînées par un moteur asynchrone synchronisé S15 T1 ayant les caractéristiques suivantes :

puissances nominales 8 CV

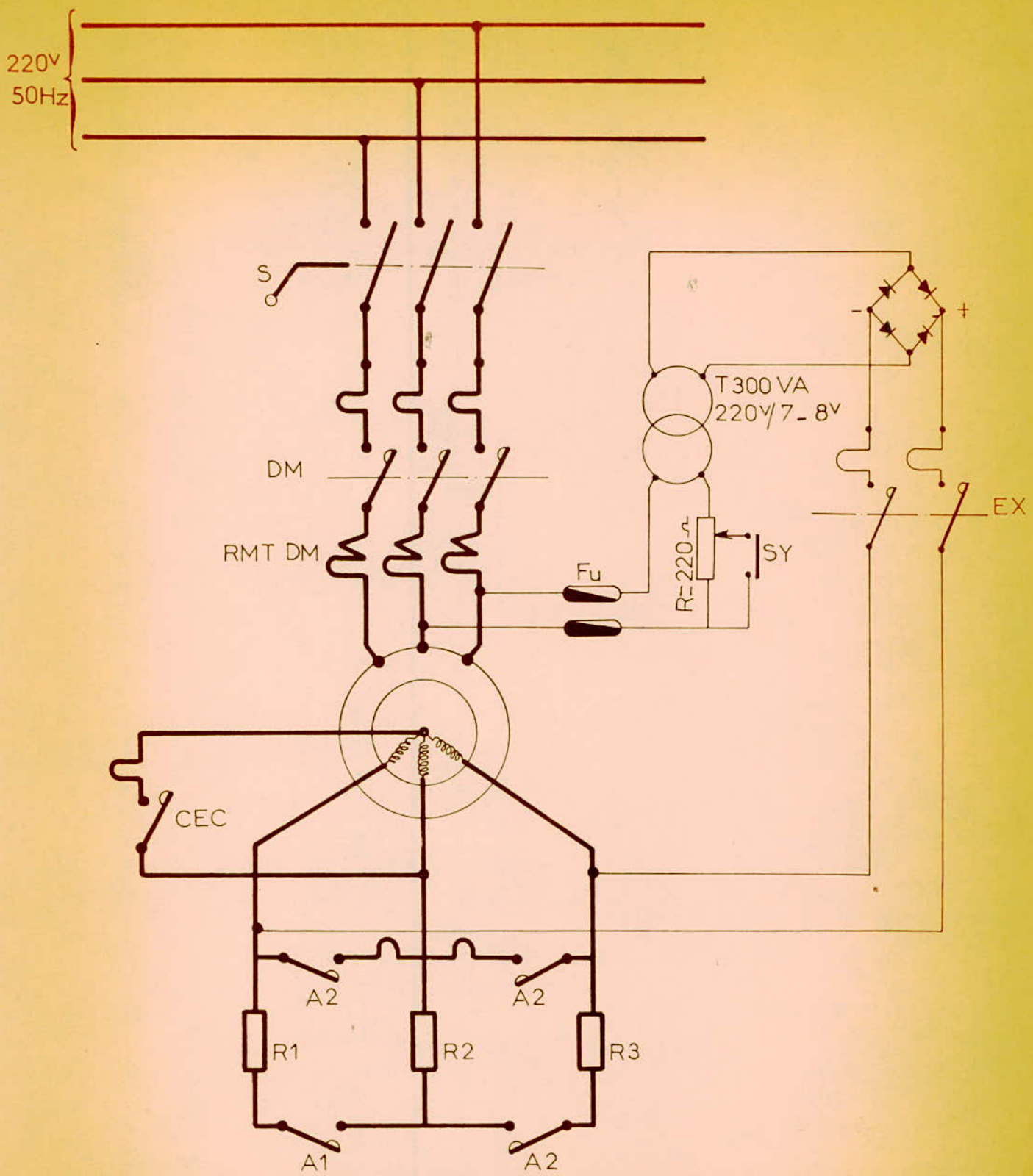
tension nominale 220V - 50 HZ

Vitesse nominale 1500 t/mn

La construction de ce moteur est celle d'un moteur asynchrone triphasé du type à rotor bobiné.

Le démarrage s'effectue en marche asynchrone par **élimination** progressive de résistances rotoriques (deux crans de démarrage par contact chronométrique).

.../...



MOTEUR ASYNCHRONE SYNCHRONISÉ S15 T1 8 CV
 Schéma de principe

Lorsque les résistances rotoriques sont complètement court-circuitées et que le maximum de vitesse est atteint en marche asynchrone, le bobinage rotorique est alimenté en courant continu ; le rotor analogue alors à celui d'un rotor à pôles lisses de machine synchrone, s'accroche au champ tournant.

La figure donnée en page suivante, représente le schéma de principe du moteur asynchrone synchronisé S15 T1.

L'alimentation du rotor en courant continu est délivrée par un montage redresseur comprenant principalement un transformateur monophasé 220V/8V alimentant quatre diodes en pont de GRAETZ.

La figure montre que deux des trois enroulements du rotor seulement sont utilisés dans la marche synchrone ; le troisième, bouclé en court-circuit par un contact est utilisé comme amortisseur.

4°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION D1 :

(voir schéma de principe établi par ALSTHOM n°9211878)

a) Groupe convertisseur : identique au précédent

b) Groupe transformateur redresseur à THYRATRONS :

- Rappel : principe du thyatron :

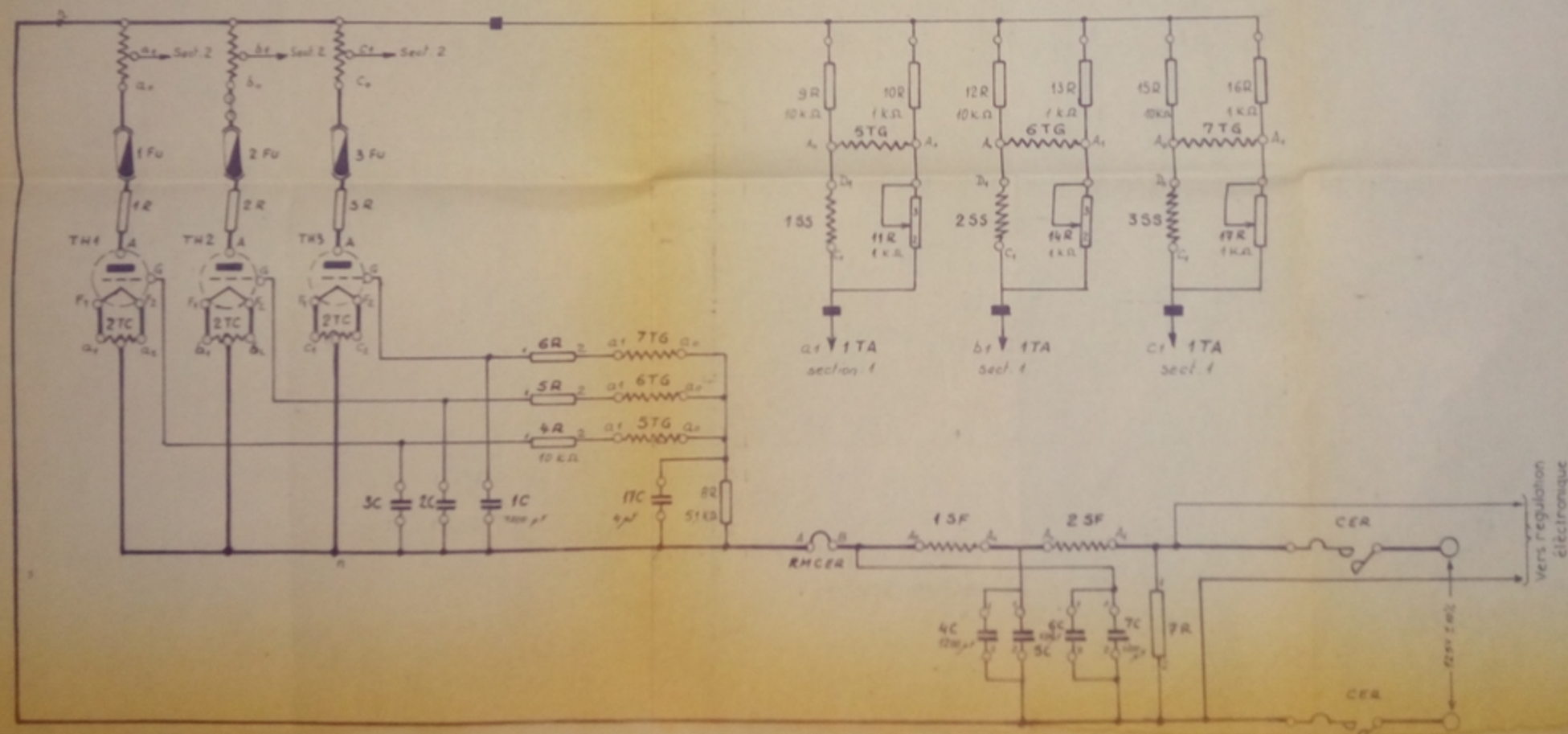
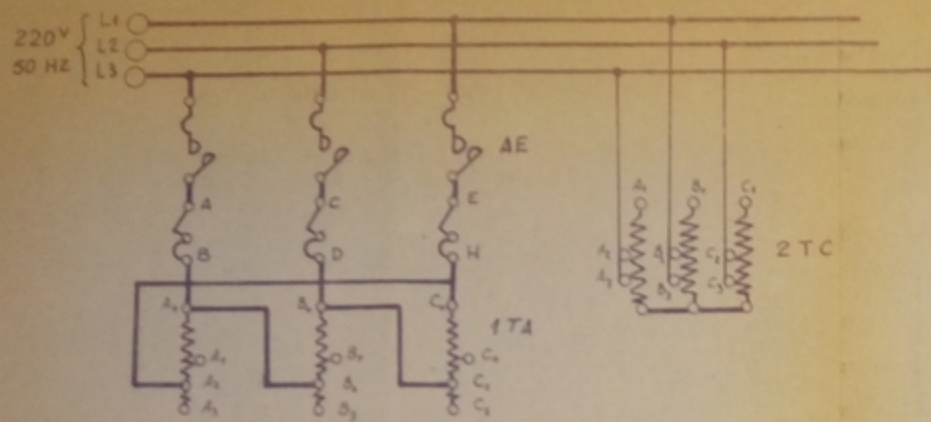
Un thyatron se compose en principe d'une cathode thermo-électronique entourée complètement d'une grille à l'extérieur de laquelle se trouve une anode. La cathode est généralement à oxyde de baryum-strontium sur alliage de nickel, l'anode, en fer ou en graphite. Ces deux électrodes sont montées dans un récipient étanche dans lequel on fait un vide poussé et introduit le plus souvent une goutte de mercure.

.../...

REDRESSEUR A THYRATRON

$P = 5 \text{ KW} \quad U = 125 \text{ V} \pm 10\%$

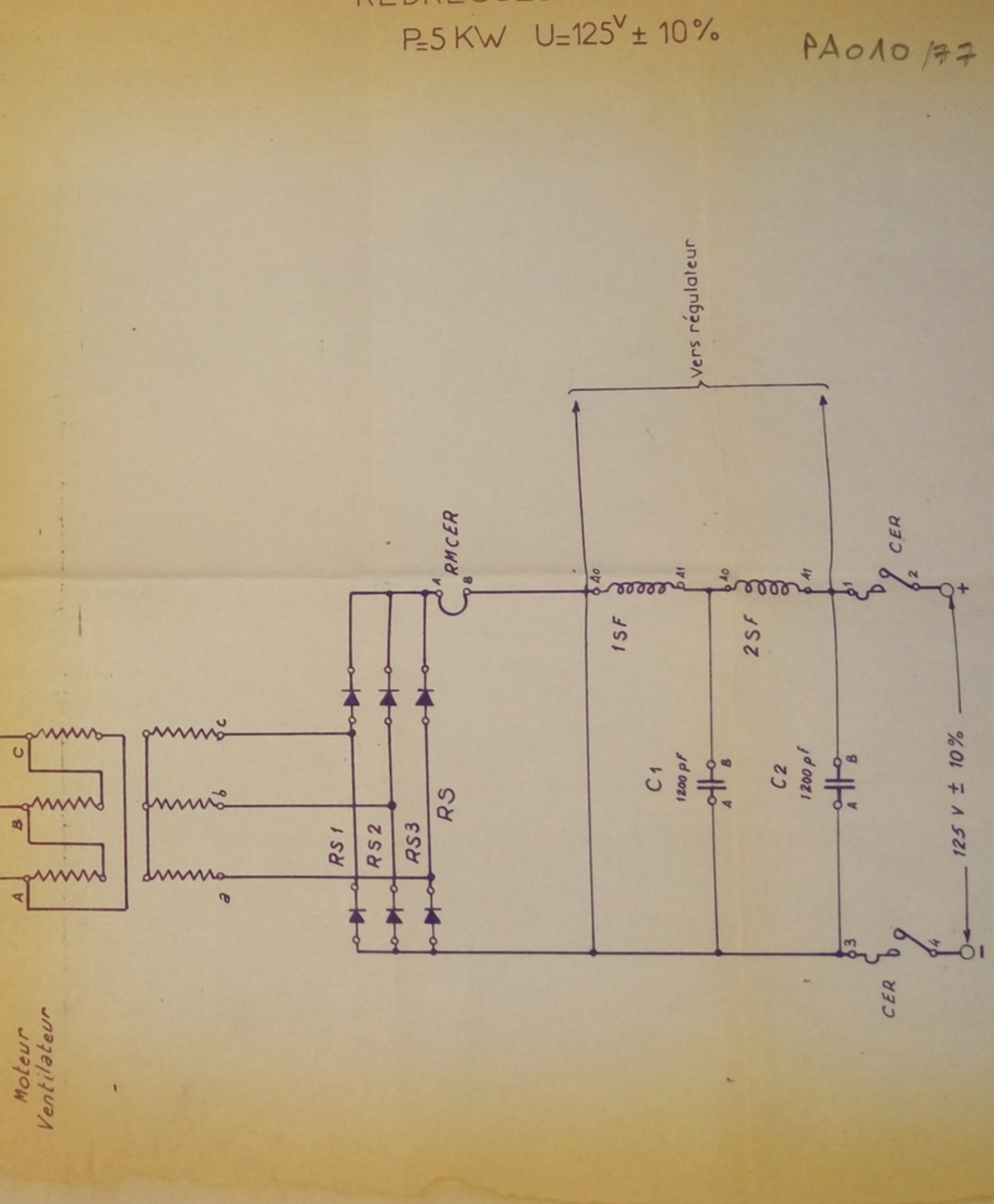
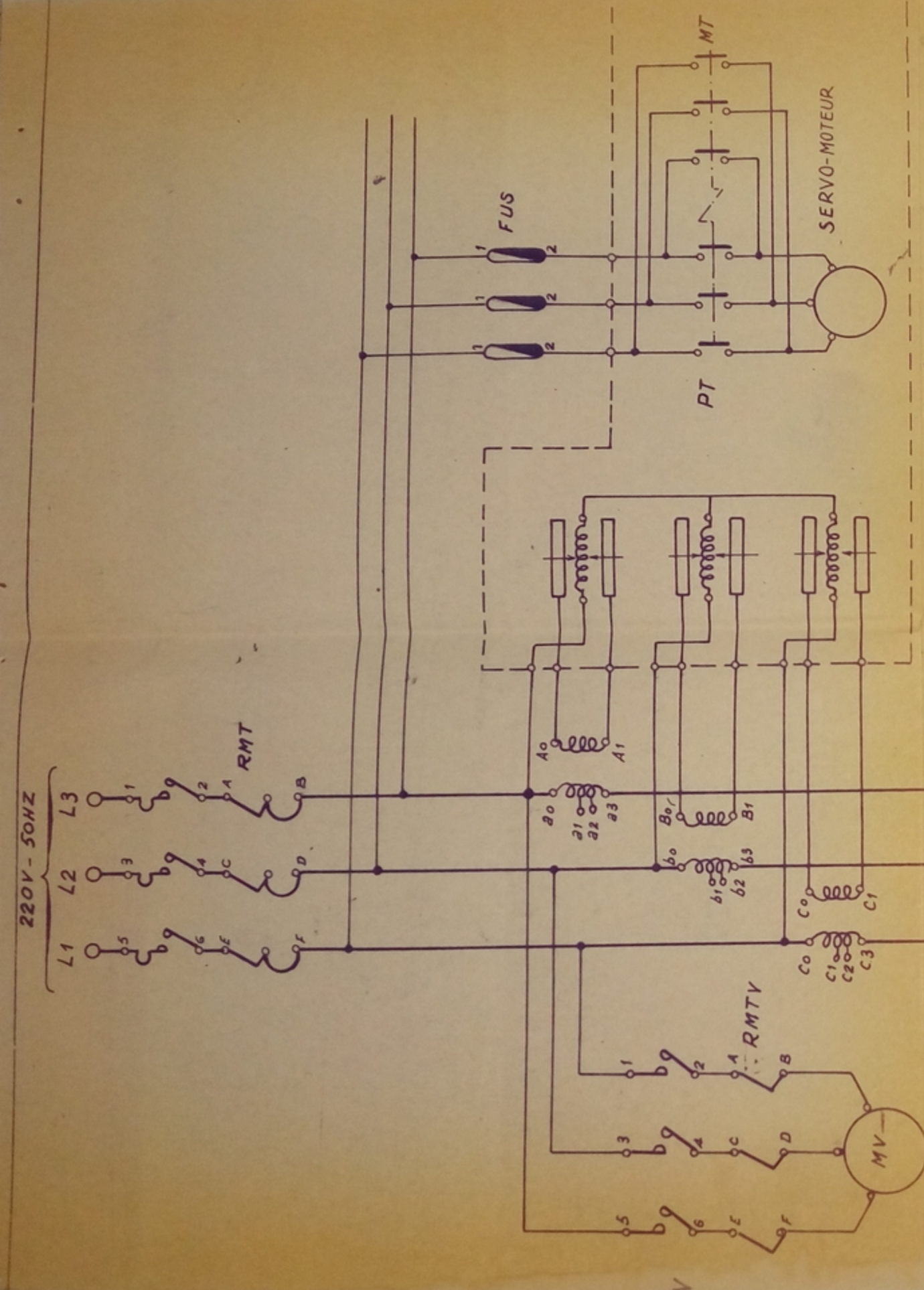
PA 010/77



REDRESSEUR AU SELENIUM

P=5 KW U=125V ± 10%

PA010/77



La figure en page suivante montre schématiquement la réalisation pratique d'un thyatron à ampoule de verre utilisé dans cette cellule. La cathode à chauffage directe, est formée d'un ruban métallique replié sur lui-même. Celle-ci est encore réduite par l'emploi d'un écran de métal poli, entourant le filament et lui réfléchissant une partie de sa chaleur. L'anode est en forme de cloche, entourant partiellement l'écran de la cathode. Le chauffage de la cathode est obtenu ici par transformateur d'isolement 2TC comme le montre la figure. Afin d'uniformiser l'émission de la cathode, l'enroulement de chauffage est pourvu d'une prise médiane qui constitue le point neutre "n", par lequel passe le débit des 3 thyatrons.

Alimentés par courant alternatif, les thyatrons permettent de redresser la tension, et de l'ajuster à n'importe quelle valeur par commande de grille qui retarde le point d'amorçage. L'amorçage est commandé par tension de grille obtenu à l'aide de montage à circuit déphaseur RC.

- Caractéristiques de la cellule redresseuse :

Puissance nominale	5 KW
Tension nominale	125 V \pm 5%
Courant nominal	40 A

La figure de la page précédente représente le schéma de principe du groupe transformateur redresseur à thyatrons. L'armoire contient :

- un transformateur d'alimentation triphasé à couplage triangle - étoile ayant les caractéristiques suivantes :

.../...

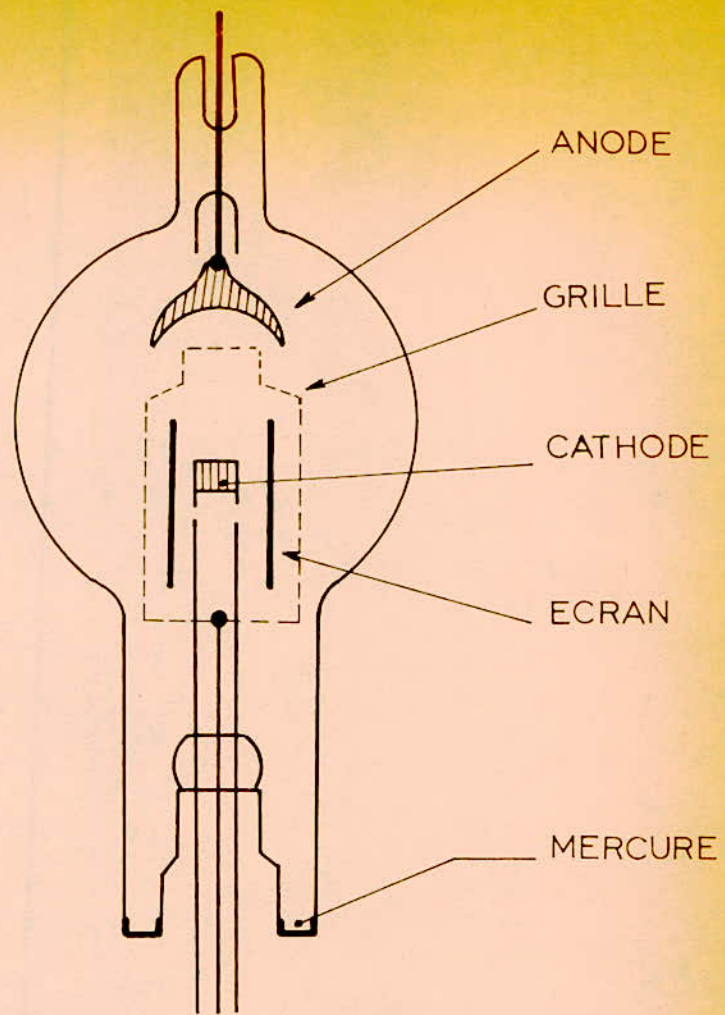


Fig1_ schema de réalisation pratique d'un thyatron

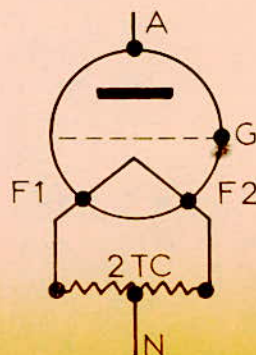


Fig2_ chauffage de la cathode

puissance 11,7 KVA

tension d'alimentation 220V - 50HZ

tension secondaire 110 - 160 V

- 3 thyratrons type TH 6250 CFTH

5°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION A2

(voir schéma développé N°9211872)

L'ensemble comprend :

- un groupe convertisseur
- un régulateur d'induction triphasé

a) Groupe convertisseur :

Il est constitué de deux machines reliées arbre à arbre :

- un moteur asynchrone triphasé G160 1W/f à rotor bobiné de :

puissance nominale : 10 CV

tension nominale : 220 - 50 HZ

courant rotorique : IR : 25,5 A

vitesse nominale : 1430 t/mn

Le démarrage du moteur est réalisé en 3 temps par insertion de résistances rotoriques.

- Une génératrice à courant continu BP5-62.

Le réglage de la tension variable continue se fait par rhéostat d'excitation à variation continue et à montage potentiométrique.

La tension peut être réglée, par régulateur à moteur coupé AB2/0 à la valeur 125 V avec dispositif permettant de la faire varier de

± 10%.

.../...

b) Régulateur d'induction

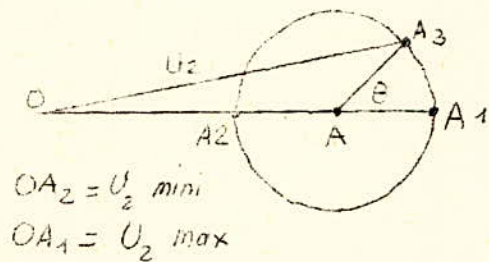
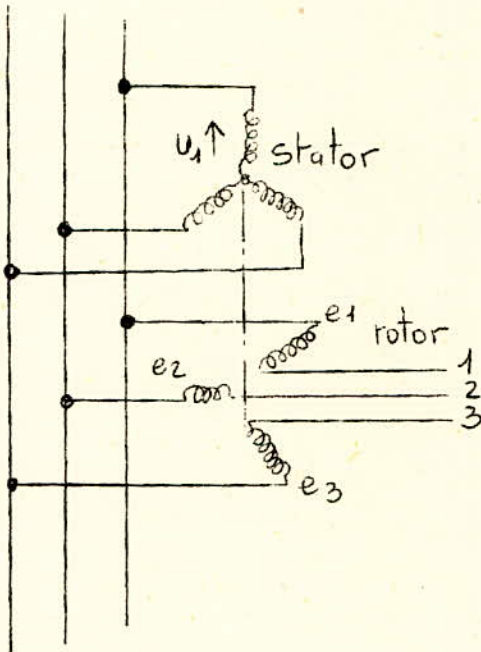
Rappel, définition :

un régulateur d'induction représente une machine asynchrone à rotor freiné et est utilisé pour la régulation de la tension du réseau.

Il comprend :

- un stator triphasé identique à celui d'un moteur asynchrone
- un rotor bobiné dont les extrémités des phases sont accessibles extérieurement, ces phases complètement séparées et montées en série avec la tension du réseau.

Le rotor qui est fixe peut être décalé à volonté d'un angle θ par rapport au stator. Le schéma d'un régulateur d'induction est donné ci-dessous.



Lorsque le régulateur a une puissance importante (comme celui utilisé dans cet ensemble) on préfère le moteur à axe vertical ; ainsi le poids du rotor ne produit pas de flèche dans l'arbre ; le rotor parfaitement centré n'est plus soumis à une dyssymétrie d'attraction magnétique.

.../...

Caractéristiques du Régulateur : type M8 T 1

puissance nominale 5 KVA

tension nominale 220 / 127 V 50 HZ

Refroidissement assuré par **ventilateur** commandé par moteur
asynchrone triphasé

- la tension délivrée peut être réglée par régulateur à impulsion
type RC1 / 1.

6°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION B2

a) Régulateur d'induction : identique au précédent

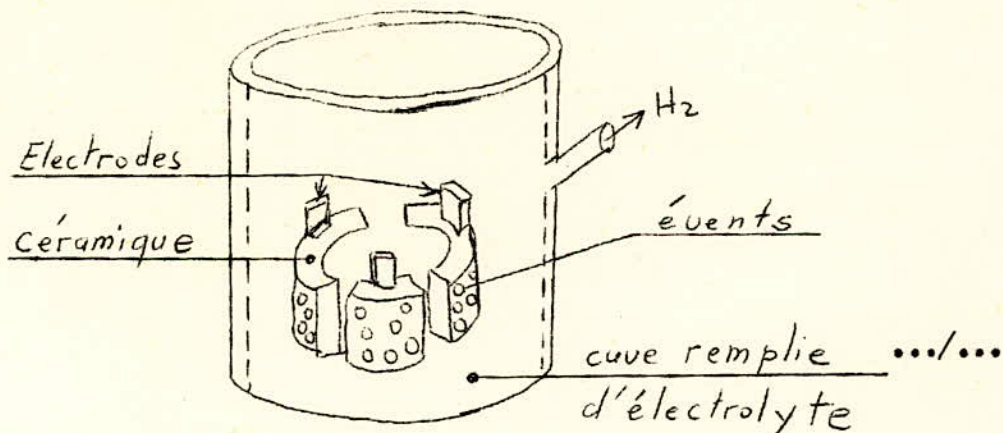
b) Groupe convertisseur :

Il est constitué par 2 machines de mêmes caractéristiques que celles
de l'ensemble A2.

- Le démarrage du moteur se réalise par Rhéostat liquide-vapeur
RLV inséré dans l'enroulement triphasé du rotor.

Définition et fonctionnement du R.L.V

Trois électrodes reliées aux balais du rotor du moteur
plongent dans un cylindre contenant un électrolyte aqueux.
Des céramiques, percées de trous qui forment des "événements"
entourent en grande partie ces trois électrodes.



A l'instant du démarrage, l'électrolyte est liquide, la résistance est très faible et il y a un grand appel de courant mais en quelques 1/100 de seconde, la partie de l'électrolyte comprise entre les électrodes est vaporisé; les contracteurs n'ont pas eu le temps de fonctionner. Une résistance importante est donc introduite dans le circuit du rotor.

Les courants se stabilisent à une valeur normale, et, la vapeur de refroidissement, le liquide électrolyte environnant pénètre à l'intérieur par les événements. Le mélange liquide-vapeur devient de moins en moins résistant pendant le démarrage du moteur. Finalement tout l'électrolyte redevient liquide, ne présentant plus qu'une résistance faible aux bornes du rotor. En fin de démarrage le R.L.V est court-circuité par des contacts.

c) Armoire redresseuse au silicium

Rappel : principe :

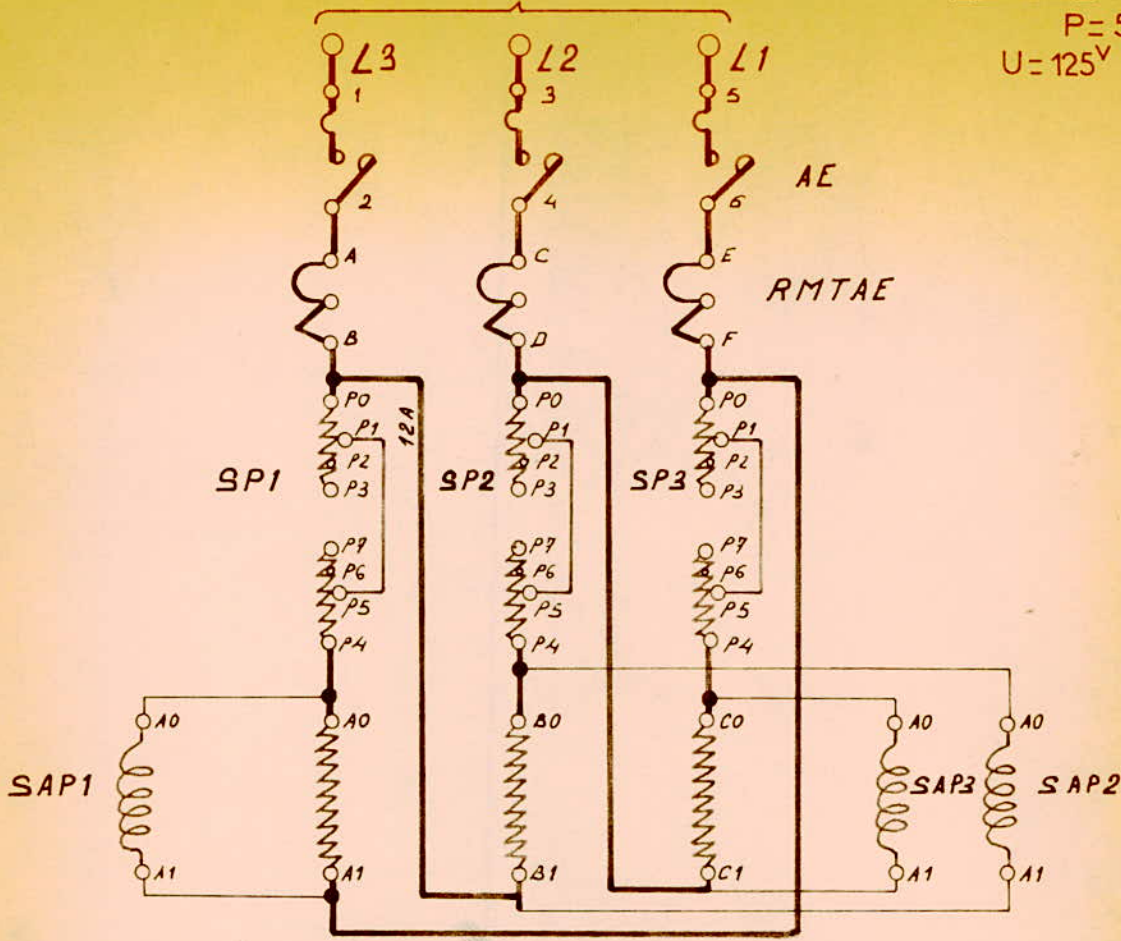
Le redresseur au silicium utilise la jonction métal semi-conducteur. Cette jonction résulte de l'assemblage d'un métal et d'un semi-conducteur de type P ou N. Si le semi-conducteur est de type N, par exemple, le travail de sortie des électrons du semi-conducteur est inférieur au travail de sortie des électrons du métal, les électrons ont tendance à diffuser du semi-conducteur vers le métal. Si on applique une différence de potentiel entre les extrémités de la jonction avec un pôle + du côté du métal, cette tension favorise la diffusion naturelle des électrons de N vers le métal : le

220V - 50HZ

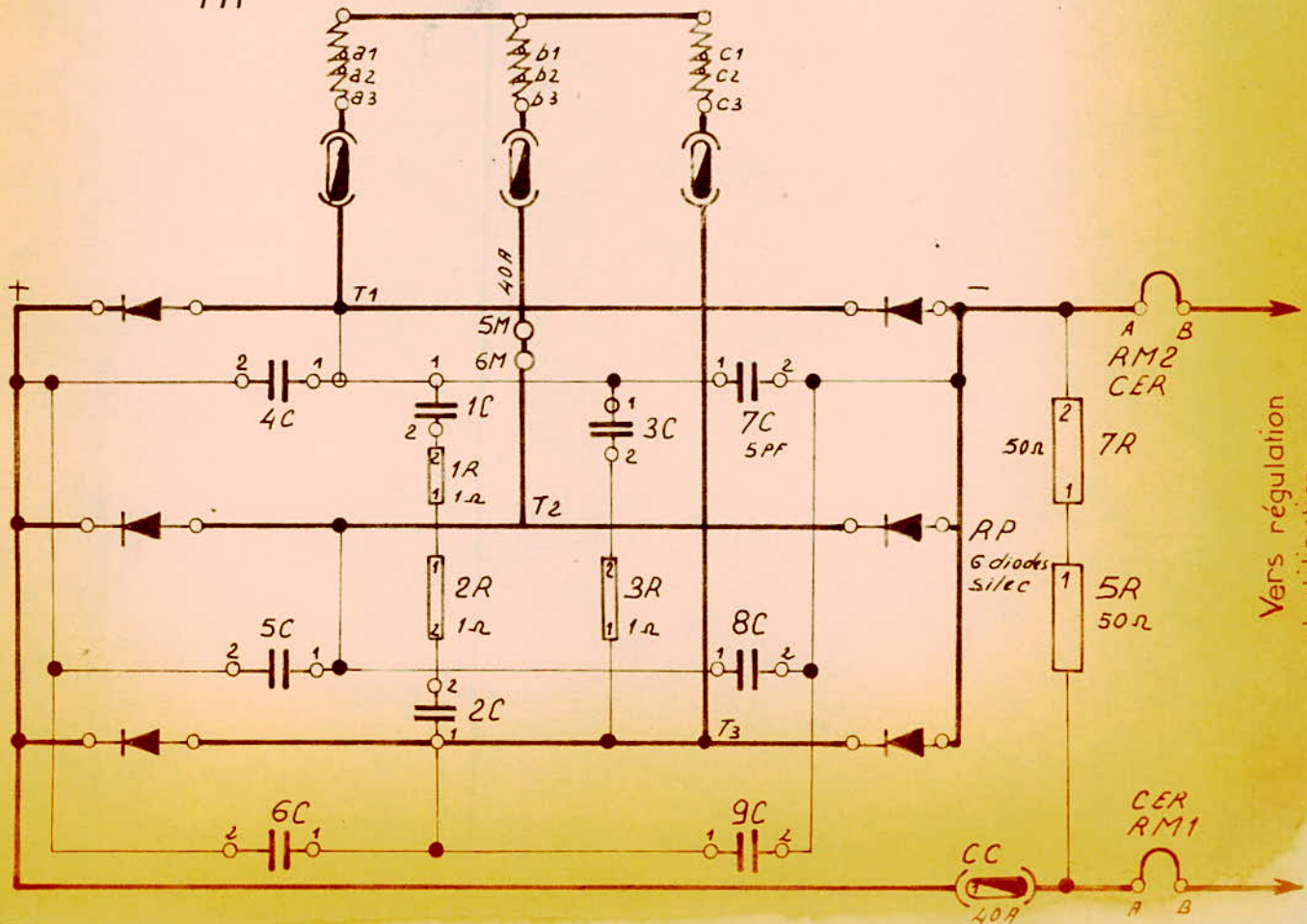
REDRESSEUR AU SILICIUM

P = 5 KW

U = 125V ± 10%



11P



Vers régulation et utilisation

courant passe. Dans le cas contraire, la tension s'oppose à la diffusion des électrons.

Caractéristiques de la cellule redresseuse

Puissance nominale 5 KW

tension d'alimentation 220V-50HZ

tension d'utilisation 125V \pm 10%

Les équipements de conversion alternatif-continu de cette armoire comportent les éléments suivants :

- un transformateur à couplage triangle-étoile
- six diodes au silicium montées en pont de GRAETZ
- un dispositif, de régulation et de variation de la tension de sortie (régulation par selfs saturables).
- Les circuits de protection à fusibles et à relais magnétiques.

La tension de sortie peut être, réglée à 125V avec dispositif permet tant de la modifier de 10% autour de cette valeur, variable de façon continue sur une plage réduite.

La figure en page suivante représente le schéma de principe simplifié du redresseur au silicium.

7°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION C2

(voir schéma développé n°9211877).

Il comprend un groupe convertisseur composé de 2 machines accouplées arbre à arbre :

- un moteur asynchrone synchronisé S15 T1.8CV
- une génératrice polymorphique F 10C

.../...

Puissance en continu : 5KW
" alternatif : 5KVA
Tension continu : 120V
Tension alternative : 76V

- la tension alternative de sortie de la polymorphe est élevée à 220V par un transformateur de 5KVA.
- Les tensions continues et alternatives sont réglées, par un régulateur électronique, respectivement aux valeurs 120V = et 220V 50 HZ.
- La construction et le fonctionnement de la génératrice polymorphe est identique à celui de la commutatrice donnée des l'ensemble B3.

8°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION D2

- a) Groupe convertisseur : identique à celui de l'ensemble d'alimentation C1. Les tensions délivrées étant, alternative variable ou réglée et continue variable seulement.
- b) Armoire redresseuse à vapeur de Hg

- Principe et constitution du redresseur à vapeur de Hg :

La vapeur de Hg est créée par une petite quantité de Hg liquide et contenue dans une enceinte dans laquelle on fait un vide, à la propriété de conduire le courant dans un sens, mais non dans l'autre. On utilise cette propriété, dans le redresseur à vapeur de Hg, pour redresser le courant alternatif et le transformer en courant continu.

.../...

- Le redresseur à vapeur de Hg utilisé est constitué essentiellement par un récipient étanche en pirex et vidé d'air, qui présente 6 entrées de courant reliées aux anodes en graphite, et une seule sortie réunie à une coupelle contenant le mercure qui forme la cathode. L'enveloppe permet en outre le passage du dispositif d'allumage et des anodes d'entretien, destinés l'un à créer, les autres à entretenir la tâche cathodique indispensable en fonctionnement du redresseur. Les anodes sont montées dans des bras coudées et rapportés sur le corps de la cuve, pour éviter qu'elle ne soient atteintes directement par les vapeurs de mercure qui se dégagent de la cathode. Le redresseur est refroidi par un ventilateur à axe vertical dont l'hélice est placée en dessous de la cathode.

Caractéristiques de la cellule redresseuse

- puissance nominale 5 KW
- couplage secondaire Y 288V - 10A
- Utilisation courant continu
- 112,5 - 137,5V
- 6 - 40A
- Courant d'entretien 7A

La figure en page suivante représente le schéma de principe du redresseur avec son dispositif de création et d'entretien de la tâche cathodique.

Le redresseur est alimenté par un transformateur à montage en double triphasé : le secondaire du transformateur comporte deux séries de bobines formant deux étoiles indépendantes avec

.../...

opposition de phase.

Les enroulements travaillent pendant $1/3$ de période, il y a deux anodes qui travaillent en parallèle ; la chute de tension inductive est réduite.

Une bobine d'absorption BA, de grande impédance, limite les courants de circulation entre les deux neutres.

9°) ENSEMBLE D'ALIMENTATION B3

a) Groupe convertisseur :

identique à celui de l'ensemble individuel A1; seulement la génératrice n'est pas munie de régulateur de tension.

b) Auto-transformateur avec régulateur de tension :

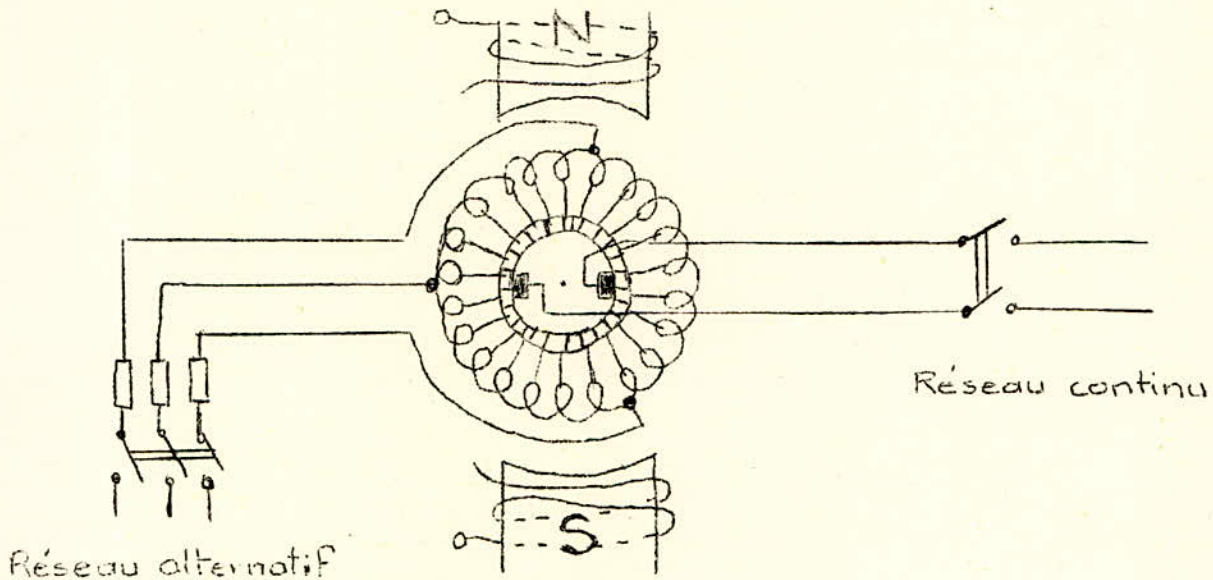
identique à celui de l'ensemble individuel A1.

c) Commutatrice :

Définition et principe de fonctionnement :

Une commutatrice est un convertisseur à un seul enroulement induit tournant, comportant un collecteur et des bagues et destinée à transformer du courant alternatif en courant continu ou inversement.

Elle est construite sous forme d'une machine à courant continu dotée d'un collecteur connecté au réseau à courant continu et des spires de l'induit aux bagues collectrices connectées au réseau à courant alternatif.



Le principe de fonctionnement d'une commutatrice est basé sur le fait que dans l'induit d'une machine à courant continu est induite une tension alternative redressée à l'aide du collecteur ; pour cette raison lors de la connection de l'enroulement de l'induit directement aux bagues collectrices on obtient entre ces dernières une tension alternative et la machine peut être connectée par ses bagues au réseau alternatif.

Lors de la transformation du courant alternatif en courant continu la commutatrice fonctionne en moteur synchrone par rapport au réseau alternatif et en génératrice shunt de courant continu par rapport au réseau continu.

Lors de la transformation du courant continu en courant alternatif elle fonctionne en moteur shunt à courant continu par rapport au réseau continu et en alternateur synchrone par rapport au réseau alternatif.

Caractéristique de la Commutatrice

Commutatrice type F 15 C

Puissance nominale : 5 KW

Vitesse nominale 1500 t/mm

Tension d'alimentation 220 V 50 HZ

Tension de démarrage 76 V

Tension d'utilisation 120 V =

-- SECONDE PARTIE --

= ETAT ACTUEL DES INSTALLATIONS =

- ENSEMBLES INDIVIDUELS -
- SOURCES DE COURANT ALTERNATIF -
- SOURCES DE COURANT CONTINU -

ANNEXE /

UTILISATION DES PLATEFORMES D' ESSAIS DU
LABORATOIRE D' ELECTROTECHNIQUE.

A - ENSEMBLES D'ALIMENTATION INDIVIDUELS -

Après avoir examiné minutieusement l'équipement de l'installation actuelle des ensembles individuels.

(Armoire de commande, groupes de machines, cellules redresseuses etc...) et procédé aux essais et vérifications des circuits, nous avons relevé les dérangements indiqués ci-dessous, et, étant donné le manque de matériel (outillage approprié; pièces de rechange non approvisionnées) nous avons pallié provisoirement à quelques uns de ces dérangements et remis en service quelques installations.

1 - Ensemble d'alimentation A1 -

Le pupitre A1 ne délivrait ni tension continue variable ou régulée, ni tension alternative variable ou régulée à partir du groupe de l'ensemble A1; la sécurité et la protection des circuits sont faiblement assurées, les fusibles sont remplacés par des conducteurs non calibrés, les lampes de signalisation sont hors d'usage (cela est général à tous les ensembles individuels).

a) - Génératrice -

Le ~~contacteur~~ donnant le départ variable continu a été ôté de sa place (appareil non approvisionné donc non remplacé) d'où cas de tension continue variable ou régulée au pupitre A1.

Les connexions aux bornes de l'excitation ont été modifiées et mal branchées, la génératrice ne s'amorçait pas en shunt, lorsque le départ régulé continu est utilisé. Nous l'avons recâblé suivant le schéma original n° 92 118 71 établi par le constructeur "ALSTHOM". Aussi à partir de l'armoire de commande (au sous-sol et non du pupitre), il est possible d'obtenir de la tension continue variable par excitation séparée (du groupe n° 4) et en shunt, de la tension continue régulée (125V). Ceci nous permet d'alléger la charge du groupe n° 4 (voir paragraphe C).

b) - Moteur asynchrone -

Le relais temporisé assurant le démarrage étoile-triangle du moteur est défectueux; la machine fonctionne constamment en étoile, donc sous faible tension. Par conséquent les enroulements du stator pourraient être rapidement endommagés.

c) - Autotransformateur -

L'autotransformateur permettant de délivrer la tension alternative variable était défectueux.

Les contacts de relais du servo-moteur de commande étaient isolés et encrassés; la variation de la tension se faisait par intermittence, le curseur se bloquait.

Les contacts de fin de course se fonctionnaient pas.

Une remise en service provisoire a été effectuée par nos soins; le pupitre peut délivrer les tensions variables suivantes :

- tension alternative variable (10V à 238V)
- tension alternative variable ou régulée (de 172V à 238V)

Remarque : Une révision générale de l'autotransformateur est nécessaire.

2° - ENSEMBLE D'ALIMENTATION B1 -a) - Génératrice -

la génératrice ne fonctionnait pas en excitation shunt, la régulation était hors service. Nous avons corrigé cette anomalie en recâblant correctement la machine (inversion des connexions aux bornes de l'inducteur) cette opération permet de soulager le groupe n° 4.

.../...

b- Cellule redresseuse (au sélénium)

Le pupitre B1 ne délivre pas de tension redressée variable ou régulée depuis plus de dix ans (d'après l'agent d'entretien). Des essais et vérifications complets sur les redresseurs nous ont permis de constater que :

- les redresseurs sec au sélénium sont en bon état et pourront fonctionner normalement.
- la ventilation est bien assurée et en état de marche
- le courant redressé est satisfaisant (résultat obtenu en effectuant à l'aide de l'oscilloscope un essai à vide et en charge)
- le servo-moteur de commande de l'autotransformateur de la cellule est hors d'usage, les enroulements du stator sont endommagés.

une remise en service n'est possible qu'après révision complète de l'armoire et remplacement de l'appareillage déjà indiqué (le servo-moteur a été démonté par nos soins et remis au service d'entretien)

Remarque : les redresseurs secs très robustes et d'installation facile offrent une grande sécurité de fonctionnement et demandent peu de surveillance; celle-ci consistant essentiellement à éviter l'échauffement par surcharge ou manque de ventilation. Leur entretien, pratiquement nul, se réduit aux nettoyages et au contrôle périodique du serrage des empilages.

c - Autotransformateur.

l'autotransformateur permettant de délivrer la tension variable alternative et hors d'usage, son curseur est détérioré.

le pupitre B1 est dépourvu actuellement de départ variable alternatif.

.../...

3 ENSEMBLE D'ALIMENTATION C1.

a) Génératrice.

même anomalie que sur l'ensemble B1 (inversion de connexions sur les bornes de l'inducteur). Après avoir remédié à celle-ci le pupitre C1 peut maintenant délivrer de la tension variable réglée ($125v \pm 10\%$).

b - Moteur asynchrone synchronisé.

Difficulté de mise au synchronisme et oscillations de pompage constatées dès que le moteur fonctionne au quart de sa charge nominale (10 A).

les défauts du synchronisme sont d'origine probablement à :

- la grande valeur du couple résistant (mauvais graissage des paliers de l'arbre du moteur).

- l'avarie des amortisseurs, dont la résistance est devenue trop grande.

- l'insuffisance de la tension d'excitation

- la variation simultanée de la tension et de la fréquence.

Nous avons pallié partiellement cet inconvénient en augmentant la tension d'excitation à l'aide de la résistance réglable montée sur le circuit du rotor pour mise au synchronisme. Les oscillations de pompage se produisent maintenant au delà des trois quarts de la charge nominale. Une nette amélioration a été obtenue, mais le rendement et l'échauffement de la machine s'en trouvent peut-être affectés et limitent l'emploi du procédé.

.../...

4 - ENSEMBLE D'ALIMENTATION D1 -

a) - Moteur asynchrone synchronisé

Même dérangement et même amélioration que sur l'ensemble C1.

b) - Cellule redresseuse (à thyratrons)

Les essais effectués sur les redresseurs à thyratrons n'ont pas été concluants aucune tension redressée n'a pu être obtenue. Par contre les circuits d'alimentations sont encore en bon état. Nous avons remarqué que l'amorçage des thyratrons ne se faisait pas. L'étude a porté essentiellement sur les circuits de grilles de commande.

Mesures effectuées

- TRANSFORMATEUR T.A -

tension primaire : 220V

tension secondaire: 260V

- THYRATRONS -

	TH 1	TH 2	TH 3
U _{A-F} , (V) Anode-Cathode	1 3 0	1 3 0	1 3 0
U _{G-F} , (V)	3 8	<u>5</u>	3 8

- Circuits de grille de commande

- Transformateur de grille T.G -

$$5TG \begin{cases} U_{AoA1} = 30V \\ U_{aoa1} = 56V \end{cases}$$

$$6TG \begin{cases} U_{AoA1} = 4V \\ U_{aoa1} = 6V \end{cases}$$

$$7TG \begin{cases} 30V = U_{AoA1} \\ 56V = U_{aoa1} \end{cases}$$

$$U_{9R} = 15V$$

$$U_{10R} = 54V$$

$$U_{4R} = 12V$$

$$U_{12R} = 56V$$

$$U_{13R} = 60V$$

$$U_{5R} = 0V$$

$$U_{15R} = 15V$$

$$U_{16R} = 54V$$

$$U_{6R} = 12V$$

Nous remarquons que les valeurs des tensions du circuit de TH2 sont différentes (faibles) de celles de TH1 et TH3. En agissant sur les résistances réglables (9R, 10R, 13R, 15R, 17R) et en remplaçant la résistance 12R qui était hors d'usage, nous avons obtenu les valeurs suivantes :

	TH 1	TH 2	TH 3
UGF (V)	4 0	4 0	4 0

aucun amorçage ne s'est produit ni à vide ni en charge.

Vu le manque des caractéristiques des redresseurs, ainsi que les moyens de mesure de pression à l'intérieur des tubes, Nous pouvons conclure que probablement les thyratrons sont détériorés.

Le pupitre C1 ne peut délivrer par conséquent aucune tension redressée.

Suggestion : Cette armoire peut être réutilisée en remplaçant les thyratrons par six diodes montées en pont de Graetz.

5 - Ensemble d'alimentation A2

a) Régulateur d'induction.

délivrant de la tension variable alternative, est défectueux.

Son câble d'alimentation était coupé et dénudé, un raccordement provisoire a été effectué, la ventilation ne fonctionne pas, ainsi les enroulements du stator et du rotor chauffent excessivement et pourraient être rapidement endommagés.

Le contacteur donnant le départ réglé alternatif était bloqué.

les bornes d'utilisation du pupitre A2 étaient sous tension dès la mise en marche du contacteur "Arrivée Générale", la sécurité se trouvait par conséquent non assurée. Nous avons remédié à cette anomalie en nettoyant les contacts du relais de commande.

6 - Ensemble d'Alimentation B2

a) Cellule redresseuse (au silicium)

Comme pour les redresseurs au sélénium, les redresseurs au silicium n'ont pas fonctionné pendant une très longue période, d'où mêmes remarques que pour l'ensemble B1 - la cellule peut être remise en service mais une révision générale s'impose.

b) Moteur asynchrone :

Son rhéostat liquide-vapeur utilisé dans le circuit du rotor était à sec. son électrolyte n'avait pas été renouvelé, le moteur démarrait brusquement (rotor en court-circuit). Ayant trouvé la solution nécessaire de rechange nous avons rétabli ce dérangement. Le moteur fonctionne à présent normalement. L'entretien du rhéostat se limite seulement à une addition d'une quantité d'eau (voir 1ère partie).

7 - Ensemble d'Alimentation C2.

a) Moteur asynchrone synchronisé.

Mêmes dérangements et même amélioration que sur l'ensemble C1 (c'est-à-dire mauvais synchronisme et "pompage" du moteur). Pour remédier à cet inconvénient nous avons augmenté la tension d'excitation aux bornes du rotor.

8 - Ensemble d'Alimentation D2

a) Moteur asynchrone synchronisé.

Le circuit d'excitation du moteur asynchrone synchronisé avait été complètement débranché. Il en résultait un mauvais fonctionnement. En effet dès que la machine atteignait la vitesse du synchronisme, ^{un} seul enroulement du rotor restait en court-circuit, les 2 autres connectés sur l'excitation se trouvaient par conséquent ouverts - le moteur pompait même à vide.

Nous l'avons recâblé suivant le schéma développé n° 927879 établi par le constructeur. Il fonctionne normalement mais comporte les mêmes défauts déjà signalés pour les moteurs asynchrones synchronisés.

b) - Alternateur -

Il était aussi débranché mais a été recâblé par nos soins, il fonctionne normalement.

c) - Cellule redresseuse à vapeur de mercure
et

Après essais à vide/en charge, nous avons remarqué que le redresseur avait une seule anode principale qui s'amorçait; les anodes d'entretien ont fonctionné normalement.

Mesures effectuées

Transformateur principal 11P

Primaire : $\left\{ \begin{array}{l} U_{ab} = 220V \\ U_{ac} = 220V \\ U_{bc} = 220V \end{array} \right.$

Secondaire :

$\left\{ \begin{array}{l} U_{A1C1} = 296V \\ U_{A1B1} = 300V \\ U_{A1C1} = 296V \\ U_{A1B2} = 145V \\ U_{A1C2} = 150V \\ U_{B1A2} = 146V \end{array} \right.$

Transformateur de grille 11G (voir schéma n° 9207555 - ALSTHOM).

$U_{11G1}(a2 a1) = 6,4V$	$U_{11G1}(b1 b2) = 310V$	$U_{11G1}(c1 c2) = 310V$
$U_{11G2}(a2 a1) = 6,6V$	$U_{11G2}(b1 b2) = 310V$	$U_{11G2}(c1 c2) = 310V$
$U_{11G3}(a2 a1) = 5,2V$	$U_{11G3}(b1 b2) = 260V$	$U_{11G3}(c1 c2) = 250V$

Résistances réglables du circuit de grille

1RG = ∞	4RG = ∞
2RG = ∞	5RG = ∞
3RG = ∞	6RG = 4000Ω .

.../...

Nous constatons que les résistances réglables des circuits de grille sont hors d'usage (sauf 6RG). Leur remplacement par d'autres de mêmes valeurs (4K Ω) mais n'ayant pas les mêmes caractéristiques (1W au lieu de 2W non approvisionnés) nous a permis d'observer l'amorçage de 5 des 6 anodes principales du redresseur. Nous pensons qu'un entretien soigneux suivi d'une révision générale permettraient une remise en service de cette cellule qui n'a pas fonctionné depuis longtemps.

9 - ENSEMBLE D'ALIMENTATION B3 -

a) Commutatrice

Comme nous l'avons déjà indiqué, la commutatrice est utilisée ici seulement pour délivrer de la tension continue. Par conséquent elle fonctionne comme moteur synchrone et génératrice. Nous avons constaté qu'elle présente les défauts suivants :

- Difficultés de mise au synchronisme.
- pompage et décrochage de la machine.

Nous signalons aussi qu'un défaut de câblage relevé sur le schéma du constructeur (n° 92 11 875) empêche l'utilisation correcte du départ "continu régulé commutatrice" sur le pupitre B3. En effet, un contact de relais du contacteur quand il est en position "MARCHE" coupe le circuit de la commande de la machine.

Proposition d'une modification de circuit de commande des pupitres

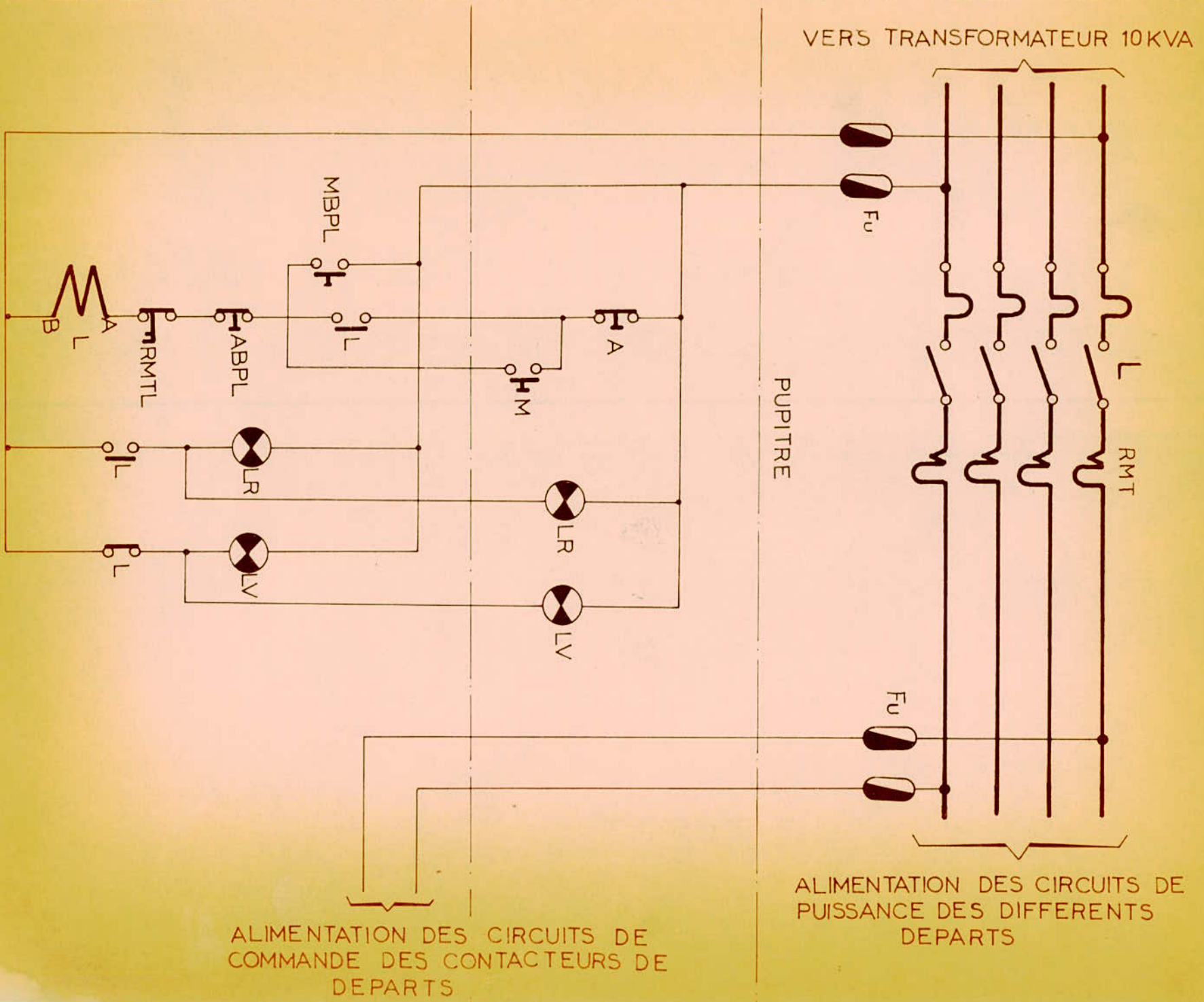
Si on alimente le contacteur DM "MOTEUR ASYNCHROME" (on élimine progressivement les résistances de démarrage) avant de mettre en marche le contacteur L "ARRIVÉE GÉNÉRALE", le moteur démarre brusquement.

Il en résulte un appel de courant, considérable sur le réseau, exposant ainsi le stator du moteur au danger.

Pour que le Moteur soit bien en sécurité, il faut que la commande de ce contacteur DM dépende de la mise sous tension du contacteur L. C'est à dire que le contacteur DM ne pourra être mis en marche que si le contacteur L l'est auparavant.

Nous proposons dans le schéma de la page 53, une modification du circuit de commande des pupitres.

MODIFICATION PROPOSÉE DU
CIRCUIT DE COMMANDE DES PUPITRES



B - ETAT ACTUEL DES SOURCES DE COURANT ALTERNATIF -

Bien que souffrant d'un grave défaut d'entretien et d'un manque d'approvisionnement de matériel nécessaire au bon fonctionnement des installations (notamment remplacement de certaines pièces défectueuses facilement accessibles et peu onéreuses), les pupitres du laboratoire offrent encore quelques possibilités en alternatif mais très vite limitées, si l'on se réfère à l'ampleur de l'installation. Il est donc nécessaire et de façon urgente de procéder à la remise en état de certains circuits de commande, de protection et de contrôle signalé auparavant sous peine d'augmenter inévitablement les dérangements et peut être même la mise hors service de certains organes importants nécessaires à la bonne marche du laboratoire. Il s'en suivrait de plus une augmentation sensible du coût des réparations. Ainsi nous avons jugé utile de dresser une liste de matériel nécessaire en premier lieu pour une remise en fonctionnement normal des installations.

.../...

LISTE DE MATERIEL

- Fusibles de protection calibrés 9A - 500V
- " " " 4A - 500V
- " " " 2A - 500V
- " " " 10A - 500V
- Contacteurs CBA - 55 - 64E : "DDA" 2 pôles principaux
- Contacteurs CBA - 55 - 64R : "DDC" 3 pôles principaux
- Relais magneto thermiques : RMT "DM" - A19Y - 25A - 40A
- Relais magneto thermiques : RMT "L" - A21 - 40A - 64A
- Relais magnetiques RBC 807Z - 35 - 38 - 60A et 25 - 42 - 100A
- Lampes de signalisation 127V - 10W
- Contacts temporisés de contacteurs (0, 1, 2, 3 SEC) D1-1622K -PR.
- Résistances de démarrage (RD) - 400 Ω - 125V série QNC ALSTHOM.
- Résistances réglables (pour moteur asynchrone) : 220 Ω - 0,692A.
- Résistances réglables (R.T.G) - 4,7 Ω , QNA (ALSTHOM)
- " " " - 4 Ω " "
- Résistances réglables (pour circuits de grilles de redresseur à vapeur de mercure) ALTER.
- Résistances de démarrage : 1000 Ω - 0,32A - RA65 - 25 - 168Eo
- Electrolyte pour rhéostat liquide -vapeur.
- Servo-moteur de l'autotransformateur de la cellule redresseuse au sélénium.
- Ventilateur du régulateur d'induction : (P=0,17KVA)
- ~~Autotransformateur~~ à curseur (Géorgin) triphasé.
 - tension d'alimentation : 220V
 - tension entre curseur d'une même phase : 127V à 127V
 - intensité maximale par curseur : 18A.

C - ETAT ACTUEL DES SOURCES DE COURANT CONTINU -

(voir schéma synoptique de distribution)

Comme nous l'avons déjà signalé, l'alimentation en courant continu était assurée par deux batteries d'accumulateurs :

- Batterie d'accumulateurs au plomb (200 AH, chargée par une dynamo shunt de 6 KW) destinée aux mesures à tension multiples et au secours des batteries d'accumulateurs Cd-Ni plus redresseur de charge.
- Batterie d'accumulateurs au cadmium-Nickel (160 AH) fonctionnant en tompan avec un redresseur de 10 KW pour services auxiliaires (voir 1ère partie).

Après visite des lieux et vérifications techniques des états des batteries d'accumulateurs nous avons constaté que :

- 1- Les batteries d'accumulateurs au plomb et cadmium-Nickel sont hors d'usage.
- 2- Le redresseur de charge des batteries d'accumulateurs au Cd-Ni est défectueux.
- 3- La dynamo shunt, entraînée par un moteur asynchrone servant seulement à la charge de la batterie d'accumulateurs au plomb (B1) alimente actuellement en secours les barres de la batterie d'accumulateurs au Cd-Ni, c'est-à-dire les installations suivantes :
 - Excitation des machines des groupes des ensembles individuels (génératrices + Alternateurs).
 - Pupitres d'essais de machines du laboratoire d'électrotechnique (Rez de chaussée).
 - Les colonnes d'alimentations pour tables de mesures.
 - Les bobines de contacteurs des armoires de distributions de tout le bâtiment laboratoire d'électricité.

4- Vu l'état des batteries d'accumulateurs au Cd-Ni et leur redresseur de charge l'éclairage de secours n'est cependant plus assuré

Donc actuellement, seul le groupe 4 (génératrice de 6 kw) supporte toute la demande de puissance continue. Or ce laboratoire est susceptible de travailler en demandant une puissance de près de 22KW, comme le montrent les tableaux ci-dessous.

1- Groupes des ensembles individuels

Désignation	Nombre	Courant absorbé (A)	Puissance absorbée (kw)	Usage
Alternateurs M.G.A.	4	$2,4 \times 4$	1,2	Alimentation
Génératrices P6C	3	$3 \times 2,6$	0,980	"
Génératrices BP 5-62	5	$5 \times 1,75$	1,1	"
Génératrice F.10c	1	3	0,375	"
pupitres d'essais	9	9×3	3,375	Excitation des machines à essayer.
T O T A L	22	55,55	7,030	

2- Groupes auxiliaires

Désignation	Nombre	Courant absorbé (A)	Puissance absorbée (kw)	Usage
a) groupe de tensions sinusoïdales 50-150-250-350 HZ				
Moteur	1	30	3,710	entraînement de 4 alternateurs.
Alternateurs	4	2×4	1	alimentation pupitre 1ère étage.

.../...

DESIGNATION	NOMBRE	COURANT ABSORBE (A)	PUISSANCE ABSORBEE (KW)	
<u>b) Groupe de tension et fréquence variable 0-500-1000 HZ</u>				
Génératrice	1	2	0, 250	Alimentation moteur W L
Moteur	1	2	0, 250	Entrainement alternateur
Alternateur	1	2	0, 250	Alimentation pupitre 1 ^{er} étage
<u>c) Groupe d'étalonnage des compteurs</u>				
Moteur	1	30	3, 710	Entrainement 2 alternateurs
Alternateurs	2	2 x 2	0, 500	Alimentation pupitre 1 ^{er} étage
<u>d) Salle de mesures Rez de chaussée 1^{er} étage-2^{er} étage</u>				
Armoire de distribution (contacteurs) et colonnes d'alimentation.		estimé à 40	5 KW	Manipulations
TOTAL	11	118	14, 670	

RECAPITULATION

DESIGNATION	COURANT ABSORBE (A)	PUISSANCE ABSORBEE (K.W.)
groupes des ensembles individuels	55,55	7, 030
groupes auxiliaires et salles de mesures.	118	14, 670
TOTAL	173,55	21, 700

Si l'on admet actuellement un coefficient d'utilisation des installations en courant continu de 30 à 40%, on peut estimer que la puissance fournie par le groupe de charge n° 4 peut atteindre 1,5 fois sa puissance nominale. A notre avis, vu le temps de fonctionnement assez long et la charge supportée par ce groupe (nettement au dessous de sa puissance nominale) nous pouvons en conclure que dans un proche avenir le bâtiment risque probablement d'être privé de source de courant continu. Il est cependant nécessaire et même urgent de doter ce laboratoire de sources nouvelles, et par la même occasion, il semblerait utile d'équiper un pupitre au moins de la salle des plateformes d'essai d'une alimentation à fréquence variable à partir de générateur à fréquences variable du sous-sol; en effet diverses possibilités seraient offertes par l'existence de telles sources du point de vue manipulations. Finalement nous avons à montrer pour le bâtiment d'électricité.

- l'insuffisance relative des sources à courant alternatif.
- l'insuffisance totale de sources à courant continu.
- l'état défectueux des organes de commande et de protection.

Notre but est ici de nous intéresser plus particulièrement à l'alimentation en courant continu.

- ANNEXE -

UTILISATION DES PLATEFORMES
D'ESSAIS DU LABORATOIRE
D'ELECTROTECHNIQUE

Verifiée par
Mr. A.Ph.GALLO

Rédigée par
MMrs. SADOK MAHAMED
SNP Aïssa Ben El Hocine

Année 1976-1977

GENERALITES :

1°) Description des pupitres

Chaque pupitre de commande comporte :

- 3 appareils de mesures :
 - voltmètre continu
 - voltmètre alternatif
 - Amperemètre alternatif
- 3 lampes de signalisation (1 pour chaque phase) indiquant l'alimentation du pupitre.
- des boutons poussoirs avec signalisation pour commande des contacteurs :
 - Rouge : position "marche"
 - vert : position "Arrêt"
- des commutateurs de position
- des potentiometres et rheostats de réglage
- des lampes de signalisation indiquant les limites maximum et minimum de tension.

Les plate-formes d'essais permettent d'obtenir les tensions suivantes :

- tensions alternatives : fixe 220 V - 127 V 50 HZ
 - variable
 - réglée à $220V \pm 10 \%$
- tensions continues
 - fixe 125 V
 - variable
 - réglée à $125 V \pm 10 \%$
- tensions redressées
 - variable
 - réglée à $125V \pm 10 \%$

2°) Fonctionnement des pupitres :

- Avant toute mise en marche du pupitre, s'assurer que tous les rheostats et potentiomètres de réglage sont en position "zéro".
- Alimenter le pupitre en mettant en marche le contacteur L "ARRIVEE GENERALE" dont les boutons poussoirs de commande sont placés à droite et au bas de tous les pupitres ; Il est donc nécessaire de le mettre en position marche avant d'effectuer toute manoeuvre (sauf pour le départ batterie

- Obtention des tensions fixes : Manoeuvres communes à tous les pupitres.

a) départ continu direct : ou tension batterie s'obtient aux bornes "DEPART BATTERIE" en mettant en marche le contacteur DDC.
Ce départ est le seul qui soit indépendant du contacteur.

b) Départ alternatif direct : s'obtient aux bornes "ALTERNATIF DIRECT" en mettant en marche le contacteur DDA " DEPART DIRECT ~", le contacteur "ARRIVEE GENERALE" étant mis en marche au préalable.

- Lecture des tensions :

La lecture des tensions continues et alternatives se fait respectivement sur les voltmètres "V1" et "V" en mettant leur commutateur C1 et C3 sur la position de la grandeur à mesurer.

L'ampèremètre Alternatif "A" mesure le courant absorbé par le moteur du groupe convertisseur et l'utilisation.

N.B. : Ces appareils sont peu précis et parfois même faux. Il y aura donc lieu de se servir d'autres appareils pour vérifier les grandeurs que l'on désire mesurer.

PUPITRE A1 :

1°) Tensions Continues :

- a) continue directe : voir généralités
- b) continue variable ou Régulée : s'obtient sur les bornes "CONTINU

VARIABLE GENERATRICE" en effectuant les opérations suivantes :

- mettre le commutateur C4 "INVERSEUR D'EXCITATION" en position "NORMALE" ou "INVERSEE"
- mettre le commutateur C5 en position :
 - "MANUEL" si l'on désire utiliser le DEPART VARIABLE
 - "AUTO" si l'on désire utiliser le DEPART REGULE.
- Alimenter le pupitre en mettant en marche le contacteur L
- Demarrer le moteur du groupe en appuyant sur MARCHE "DM"
(attendre quelques secondes que le moteur démarre)
- Appuyer sur le bouton "MARCHE DRC" "DEPART REGULE CONTINU"

La valeur désirée de la tension est obtenue, soit par action :

- sur le potentiomètre P1 "TENSION VARIABLE =" pour le départ variable
- sur le rheostat R1 "TENSION REGULEE" pour le départ variable réglé.
(dans ce cas la génératrice fonctionne en excitation shunt).

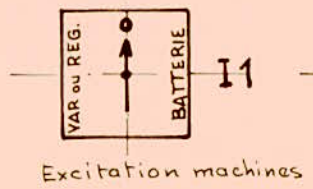
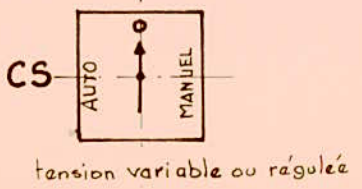
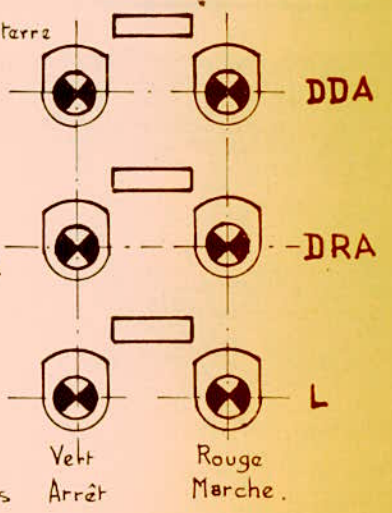
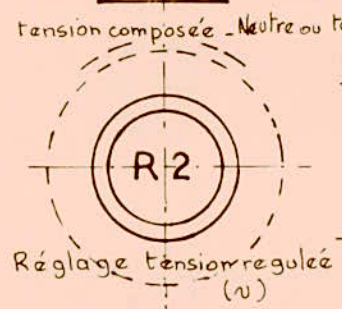
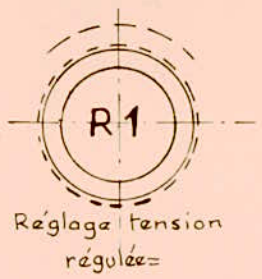
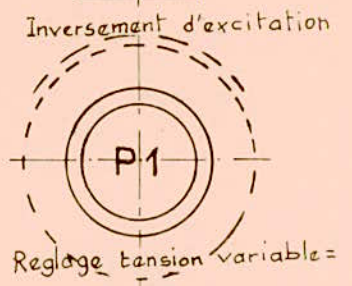
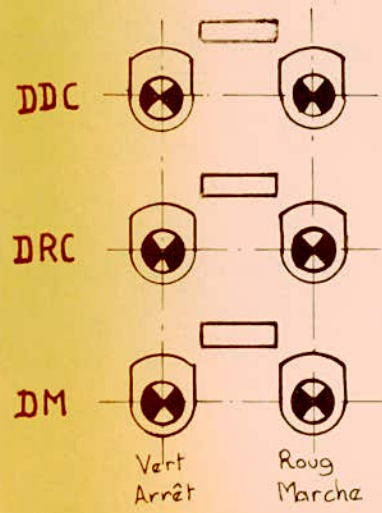
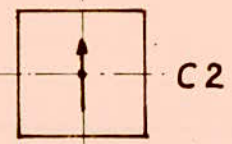
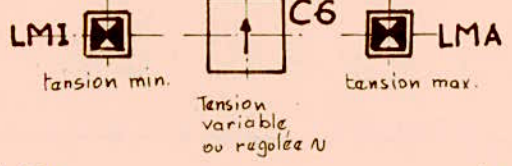
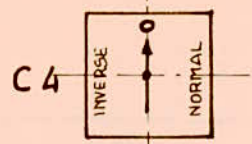
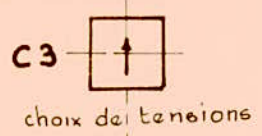
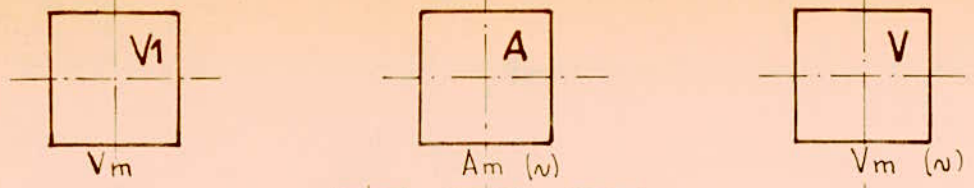
N.B. : Ces tensions continues directe et variable peuvent être obtenues sur les bornes "EXCITATION DES MACHINES EN ESSAIS" en mettant le commutateur I1 respectivement sur les positions BATTERIE ou VARIABLE REGULEE.

2°) Tensions alternatives :

- a) Alternatif direct : voir généralités
- b) Alternatif Variable ou Régulée : s'obtient par Autotransformateur en mettant en marche le contacteur DRA "DEPART REGULE ALTERNATIF"

- Tension Variable seulement : s'obtient en agissant par impulsion sur le commutateur C6 :

- position U : Diminution de la tension jusqu'à la valeur minimale signalée par la lampe "LMI"
- position + U : Augmentation de la tension jusqu'à la valeur maximale indiquée par la lampe "LMA".



- Tension Variable Régulée : obtenue en mettant le commutateur C6 en position "AUTO" ; la tension augmente automatiquement jusqu'à la valeur minimum de régulation (R2 en position zéro).
Régler la tension à la valeur voulue (entre 172V et 40V) par action sur le rhéostat "R2".

Remarque :

Le contacteur donnant le départ continu variable étant hors d'usage, le pupitre A1 est dépourvu de Tension continue variable ou réglée.

PUPITRE B1

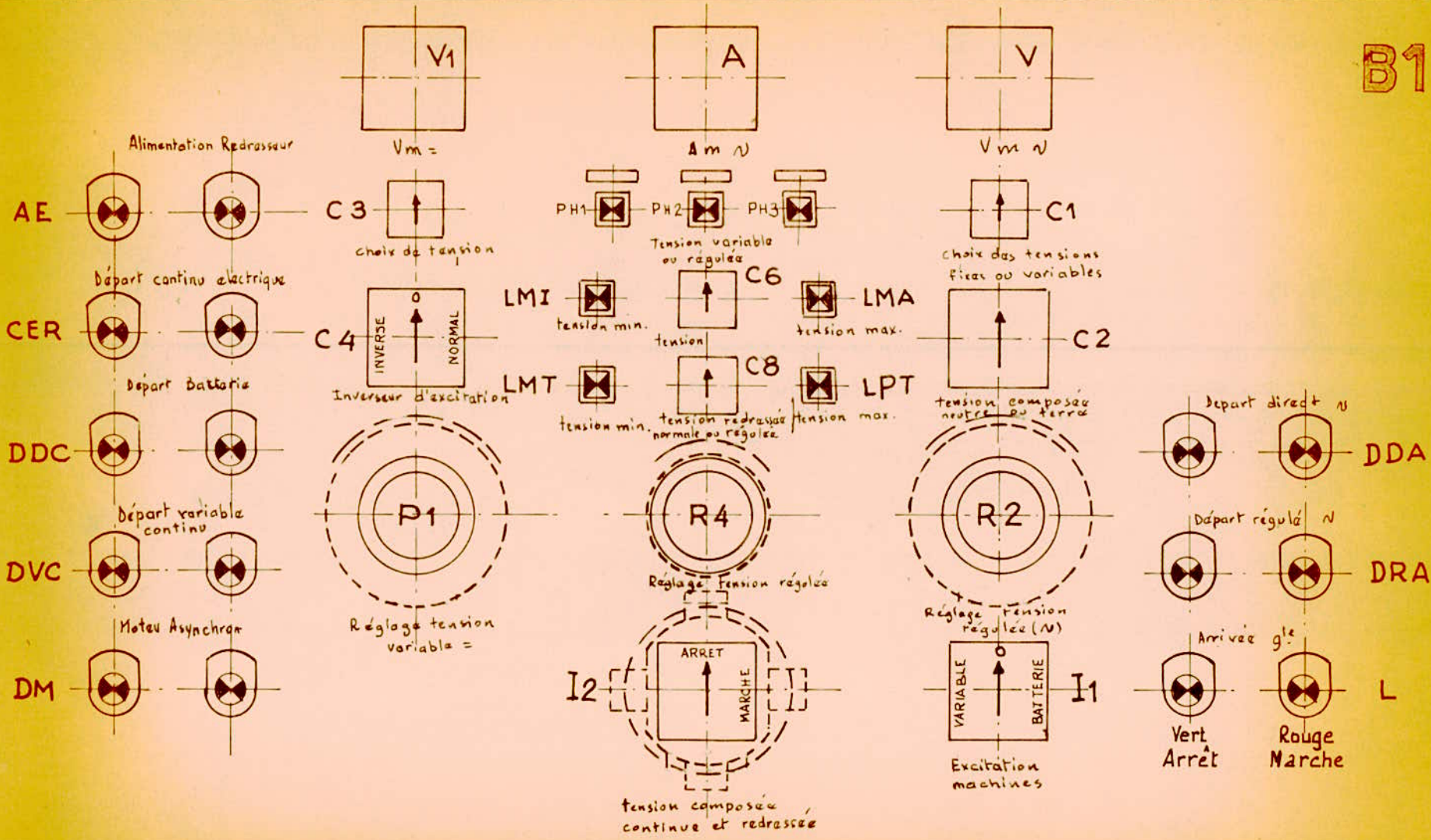
1°) Tensions Continues :

- a) continue Directe : ou Tension Batterie : voir Généralités.
- b) continue Variable : s'obtient aux bornes "CONTINU VARIABLE" "GENERATRICE" en effectuant les manoeuvres suivantes :
 - mettre le commutateur C4 "INVERSEUR D'EXCITAT." en position "NORMALE" ou INVERSEE.
 - Demarrer le moteur en alimentant successivement dans l'ordre les contacteurs L "ARRIVEE GENERALE" et DM "DEPART MOTEUR".
 - Appuyer sur le bouton MARCHE DVC DEPART "VARIABLE CONTINU"
 - Par action sur le potentiomètre "P1", régler la tension à la valeur désirée.

N.B.: Les tensions continues de Batterie ou Variable peuvent être obtenues sur les bornes "EXCITATIONS DE MACHINES EN ESSAIS" en plaçant le commutateur I1 respectivement sur les positions "BATTERIE" ou "VARIABLE".

1°) Tensions Redressées : s'obtiennent aux bornes " REDRESSE. VAR. OU REG." en effectuant les opérations suivantes :

- appuyer sur le bouton AE position "MARCHE"
 - appuyer sur le bouton CER position "MARCHE" "DEPART CONTINU ELECTRONIQUE"
 - mettre le commutateur de l'armoire redresseuse sur la position "DISTANCE".
- Tension Redressée Variable : désirée s'obtient en agissant par impulsion sur le commutateur C8.



- position "-U" : La tension diminue et sa valeur minimale est signalée par la lampe "LMT"
- position "+U" : La tension augmente et sa valeur maximale est signalée par la lampe "LPT".

- Tension Redressée Régulée : S'obtient en plaçant le commutateur C8 sur la position "AUTO". La tension augmente progressivement jusqu'à la valeur minimale de régulation (R4 en position zéro).
Régler la tension à la valeur désirée par action sur le rhéostat R4 (112,5V à 137,5V).

3°) Tension composée CONTINUE et REDRESSEE :

S'obtient aux bornes "TENSION COMPOSEE GENE. ET REDR." en mettant le commutateur I2 en position "MARCHE" (Il est bien entendu que la génératrice et le redresseur étant mis en marche au préalable). La génératrice et le redresseur sont alors couplés en SERIE.

4°) TENSIONS ALTERNATIVES

- a) Alternatif direct : Voir Généralités
- b) Alternatif Variable ou Régulé : Par AUTO-TRANSFO. procéder aux mêmes opérations que pour le pupitre A1.

Remarque : Les Auto-transformateurs de l'ensemble B1 étant hors d'usage, le pupitre B1 est dépourvu des tensions :

- alternatives variable ou régulée
- redressées variable ou régulée.

1°) Démarrage du Moteur : se réalise en plaçant :

- le commutateur C4 sur la position "Zéro"
- le commutateur C10 sur la position "MANUEL"

Alimenter ensuite, dans l'ordre, les contacteurs L et DM en appuyant sur leur bouton "MARCHE".

2°) TENSIONS CONTINUES :

- a) Tension de Batterie : Voir "DEPART CONTINU DIRECT" aux Généralités.
- b) Continu Variable ou Régulé : S'obtient en :
 - démarrant le moteur (voir 1°)
 - procédant aux mêmes opérations que pour le pupitre A1.

3°) TENSIONS ALTERNATIVES :

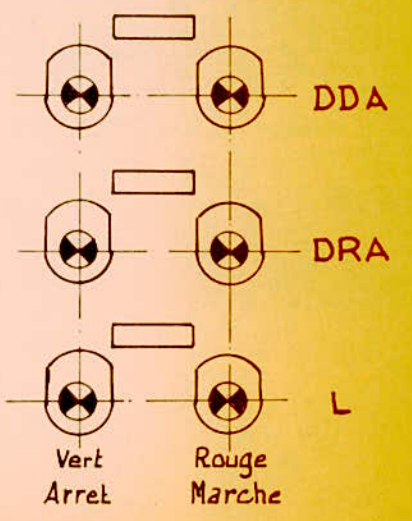
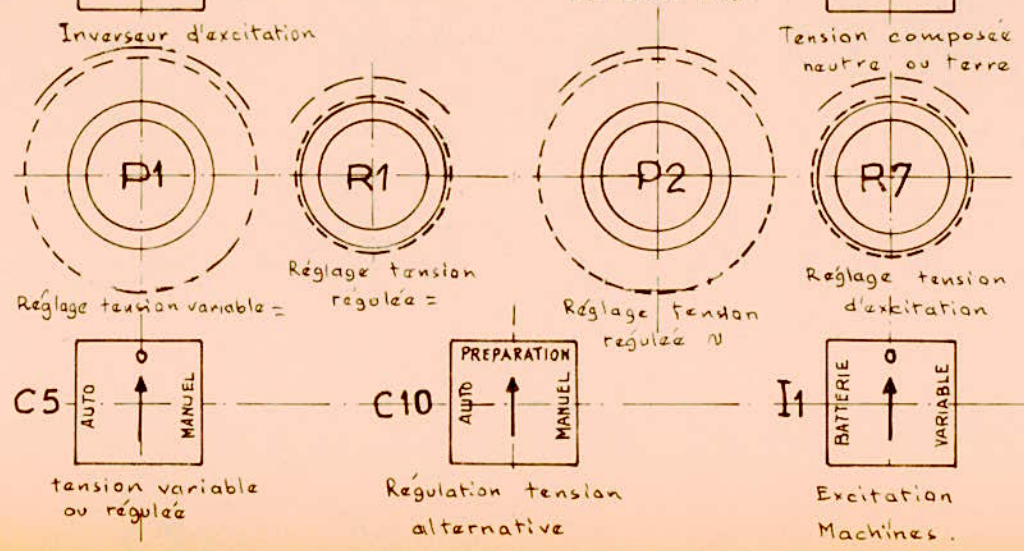
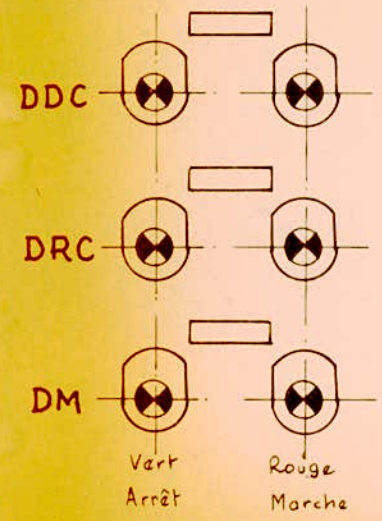
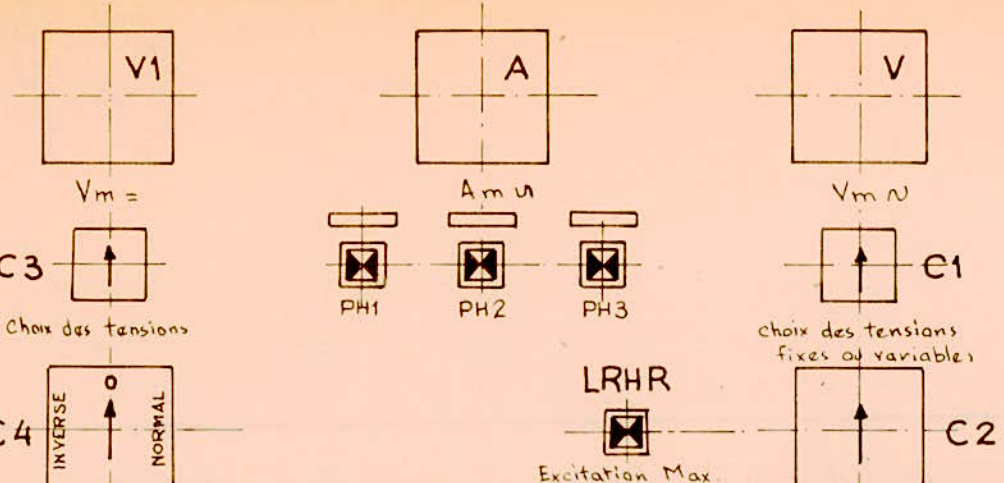
- a) alternatif direct : voir Généralités
- b) Alternatif variable : s'obtient aux bornes "ALTERNATIF VARIABLE OU REG. ALTERNATEUR" en effectuant les opérations suivantes :
 - mettre en marche le moteur (voir 1°)
 - appuyer sur le bouton MARCHE "DRA" "DEPART REGULE ALTERNATIF".

Régler la tension par action sur le potentiomètre "P2".

- c) Alternatif régulé : s'obtient en mettant le commutateur C10 sur la position :
 - "PREPARATION" : la lampe LRHR indique la mise en marche du régulateur.
 - "AUTO" : et augmenter la tension à l'aide du potentiomètre P2 jusqu'à excitation de la lampe : La tension obtenue correspond à une valeur régulée (elle est minimale si R7 est en position zéro).

Par action sur le Rhéostat "R7", régler la tension à la valeur désirée. Au cas où la lampe "LRHR" se rallume, l'éteindre en agissant de nouveau sur le potentiomètre P2 etc...

C1



PUPITRE D1 ET D2

- 1°) Denarrage du moteur : se réalise en plaçant :
- le commutateur C4 sur la position "zéro"
 - le commutateur C10 sur la position "MANUEL"

Mettre en marche, successivement, les contacteurs L et DM en appuyant sur leur bouton MARCHE.

2°) Tensions continues :

- a) Départ Batterie : voir Généralités
- b) Continue Variable : s'obtient en effectuant les opérations suivantes :
 - démarrer le moteur (voir 1°)
 - procéder aux mêmes opérations que pour le pupitre B1.

3°) Tensions Redressées : s'obtiennent aux bornes "REDRESSE VAR. OU REG" en :

- mettant le commutateur, se trouvant sur l'armoie redresseuse, en position "DISTANCE".
- appuyant sur le bouton MARCHE AE "ALIMENTATION REDRESSEUR"
- appuyant sur le bouton MARCHE CER "DEPART CONTINU ELECTRONIQUE"

a) tension redressée Variable

Le départ redressé variable s'obtient en mettant le commutateur C9 en position "MANUEL". Le réglage de la tension s'effectue par action sur le rhéostat R6.

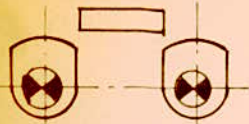
b) tension redressée Régulée : s'obtient en mettant le commutateur C9 sur la position "AUTO"; la tension augmente automatiquement jusqu'à la valeur minimale réglée (soit 112,5V avec R5 en position zéro). Par action sur le Rhéostat R5 régler la tension à la valeur désirée comprise entre 112,5 et 137,5V.

4°) tension Composée Continue et Redressée : s'obtient aux bornes "TENSION COMPOSEE GENE. ET REDRESSEUR" en plaçant le commutateur I2 en position "MARCHE" (la Gén. et le Redresseur étant mis en marche au préalable).

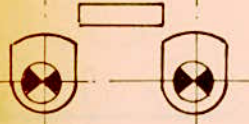
5°) Tension alternative Variable ou régulée : voir C1.

Remarque : Les cellules Redresseurs étant en dérangement, les pupitres D1 et D2 sont dépourvus de tensions variable ou régulée.

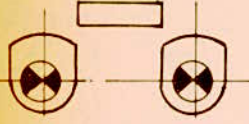
AE



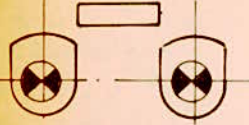
CER



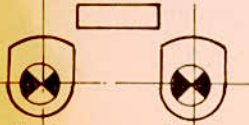
DDC



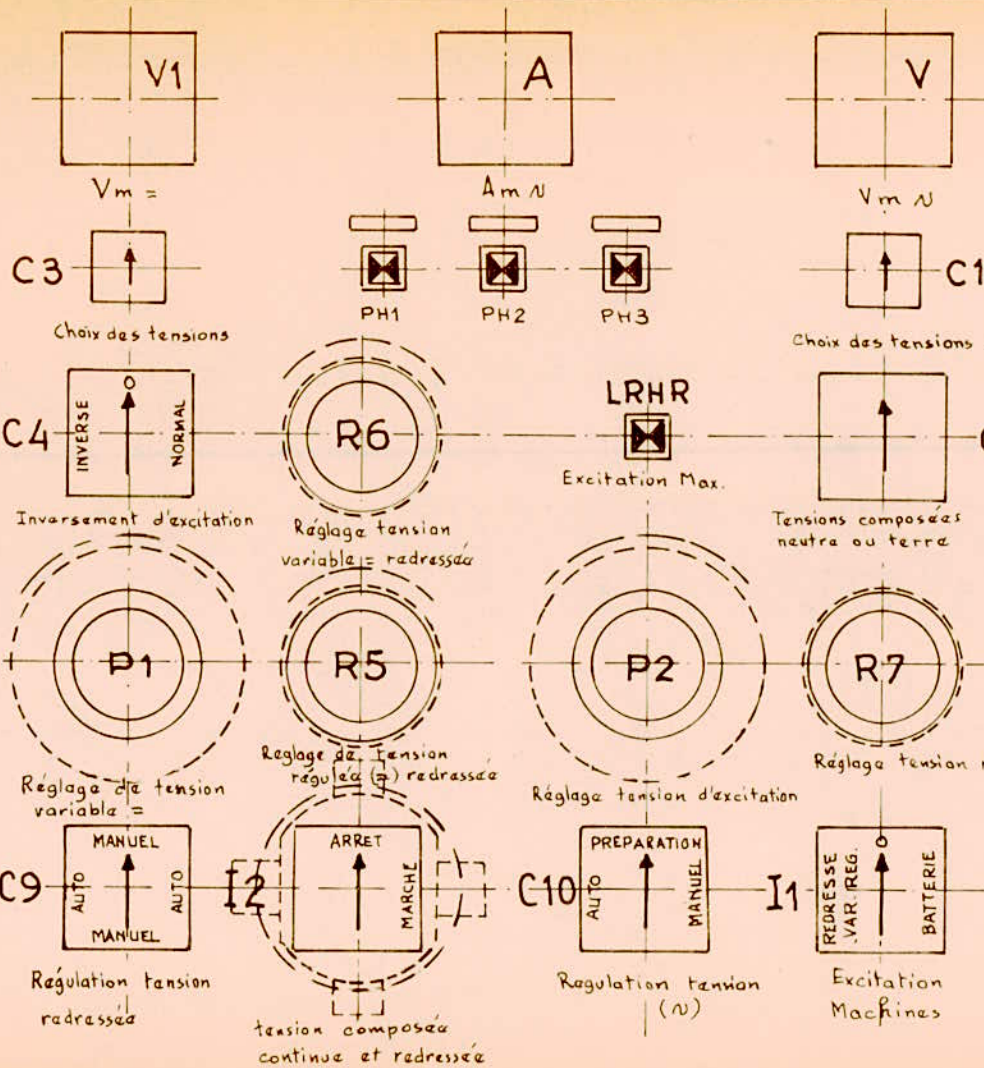
DVC



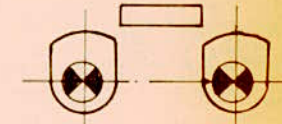
DM



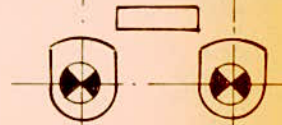
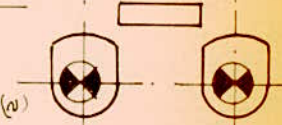
Vert Arrêt
Rouge Marche



DDA

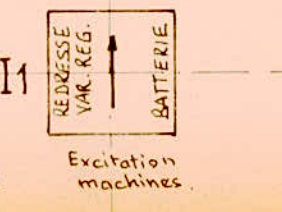
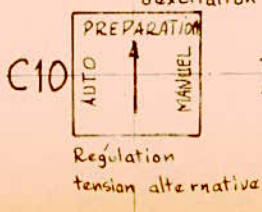
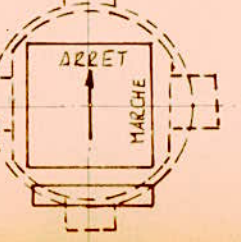
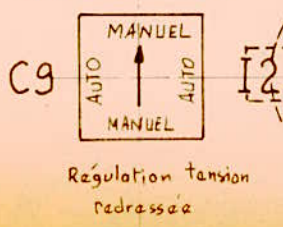
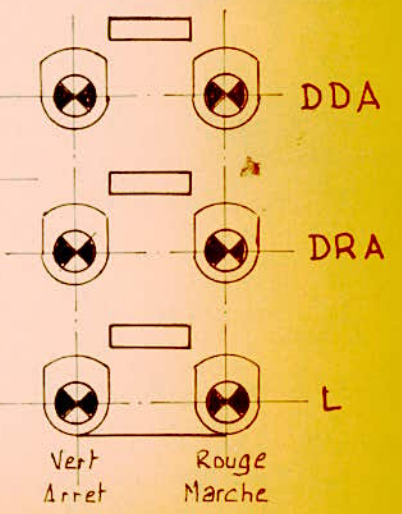
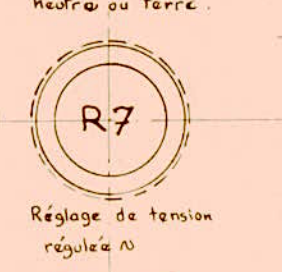
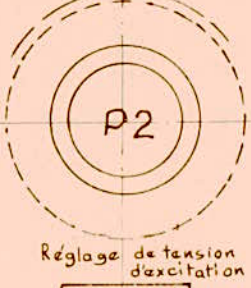
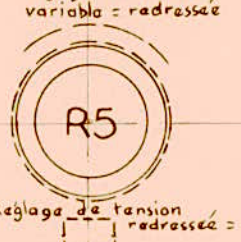
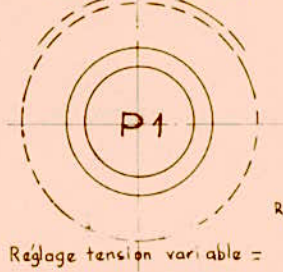
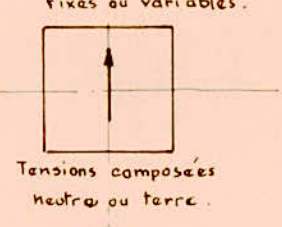
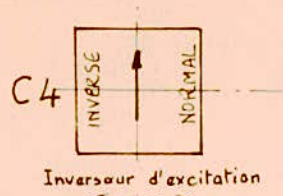
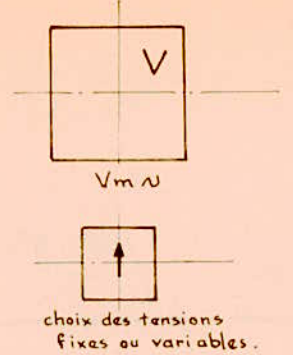
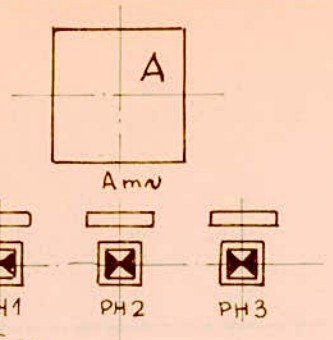
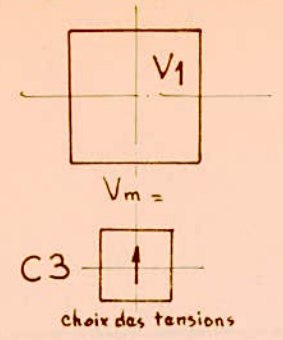
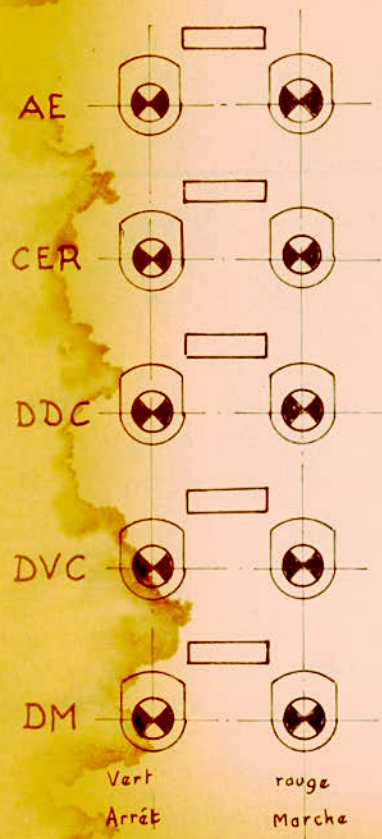


DRA



Vert Arrêt
Rouge Marche

L



PUPITRE A2

1°) Tensions Continues :

- a) Départ Batterie : voir Généralités
- b) Départ Variable ou Régulée : voir pupitre A1

2°) Tensions Alternatives :

- a) Alternatif direct : voir Généralités
- b) Alternatif Variable ou Régulé : produit par Régulateur d'induction il s'obtient en mettant seulement en marche le contacteur DRA "DEPART REGULE ALTERNATIF" (le contacteur général L étant déjà mis en marche).

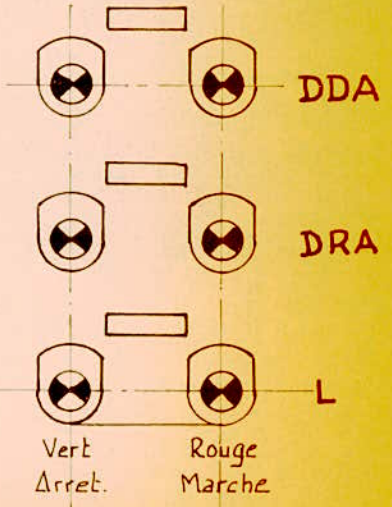
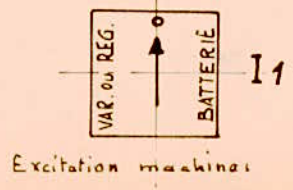
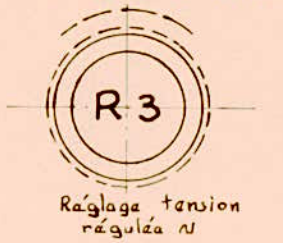
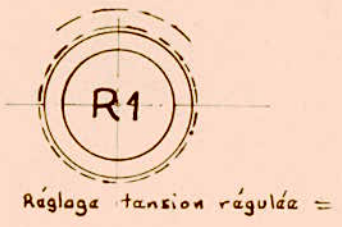
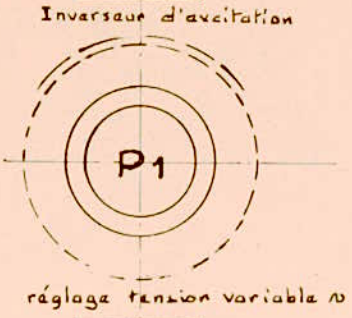
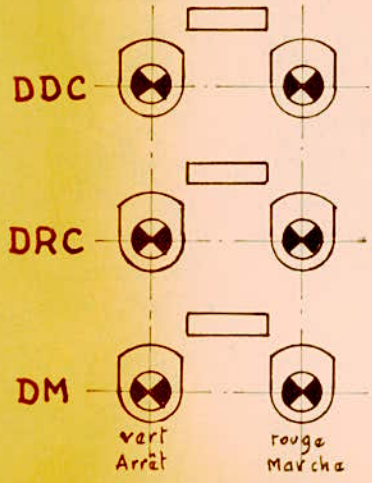
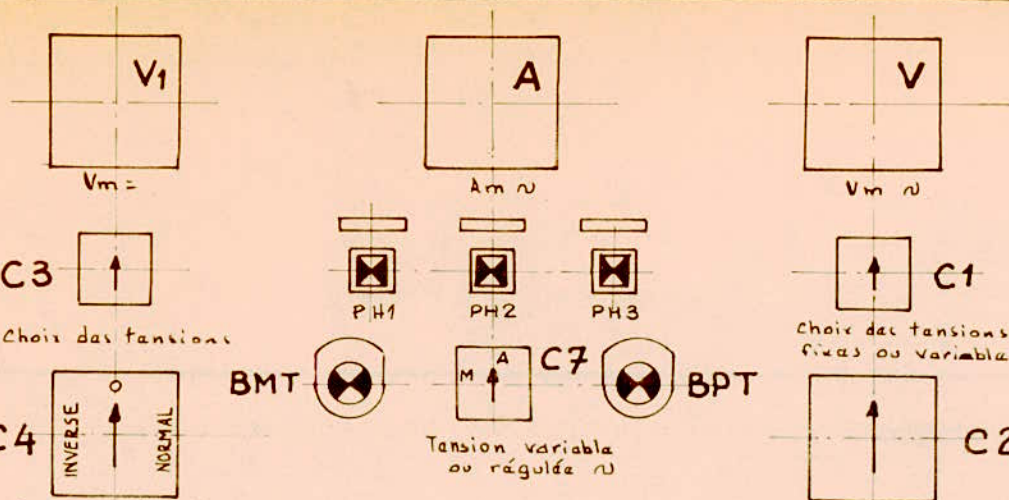
- Alternatif Variable : s'obtient en mettant le commutateur C7 en position "MANUEL". La valeur de la tension désirée est réglée en agissant par impulsion sur le bouton :

- "BMT" pour diminuer la tension

- "BPT" pour augmenter la tension.

- Alternatif Régulé : est obtenu en mettant le commutateur C7 en position "AUTO" ; la tension augmente jusqu'à la valeur minimale réglée (R3 en position zéro). En actionnant le rhéostat R3, régler la tension à la valeur désirée.

N.B.: Les tensions continues "Départ Batterie" "Départ Var. ou Rég." peuvent être obtenues aux bornes "EXCITATION DES MACHINES EN ESSAIS" en mettant respectivement le commutateur C1 sur la position "BATTERIE" ou "VAR. REG.".



1°) Tensions Continues :

- a) Départ direct continu : voir généralités
- b) Départ variable continu : voir pupitre B1.

2°) Tensions Redressées : s'obtiennent aux bornes "REDRES. VAR. OU REG."

en effectuant les opérations suivantes :

- mettre en position DISTANCE le commutateur de l'armoire du sous sol.
- appuyer sur bouton MARCHÉ AE "ALIMENTATION REDRESSEUR"
- appuyer sur bouton MARCHÉ CER "DÉPART CONTINU ELECTRONIQUE"

a) tension redressée variable :

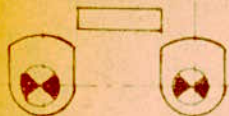
Elle s'obtient en mettant le commutateur C9 en position "AUTO" ; la tension augmente automatiquement jusqu'à la valeur minimale réglée (soit 112,5V et le rhéostat R5 en position "zéro"). Régler la tension à l'aide du rhéostat R5.

N.B. : Les tensions continues "Départ Batterie" ou "redressée var. rég." s'obtiennent sur les bornes "EXCITATIONS DES MACHINES EN ESSAIS" en plaçant respectivement le commutateur I1 en position "BATTERIE" ou "redr. var. rég."

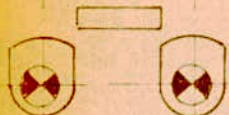
3°) Tension composée continue et redressée : s'obtient aux bornes "TENSION COMPOSEE GENERATRICE ET REDRESSEUR" en plaçant le commutateur I2 sur la position "MARCHÉ" (la Gén. et le redresseur étant déjà mis en marche) ; la génératrice et le redresseur sont couplés en série.4°) Tensions Alternatives :

- a) Alternatif direct : voir Généralités
- b) Alternatif variable ou réglé : voir A2

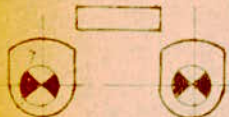
AE



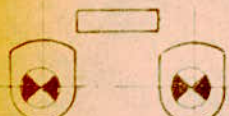
CER



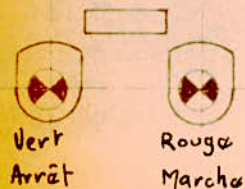
DDC



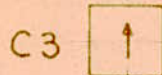
DVC



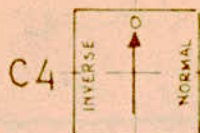
DM



Vm =



choix des tension



Inversement d'excitation



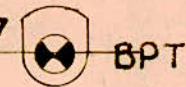
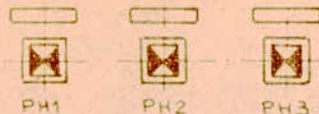
Reglage tension variable



Régulation de la tension continue



Am N



Tension variable ou régulée N



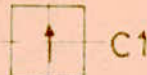
Reglage tension régulée redressée



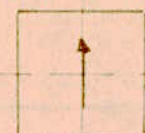
Reglage tension Variable redressée



Vm N



choix des tensions fixes ou variables



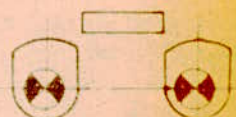
Tension composées Neutre ou terre



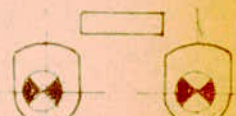
Reglage tension régulée N



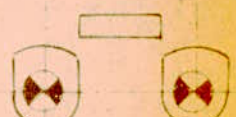
Excitation machines



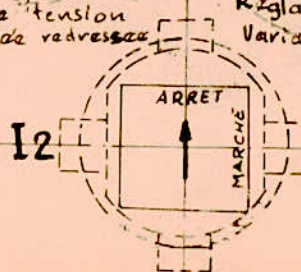
DDA



DRA



Vert Arrêt Rouge Marche



Tension Composée continue et redressée



PUPITRE C2

1°) Tensions continues :

- a) Départ continu direct : voir Généralités
- b) Départ variable ou régulé : s'obtient en,mettant le commutateur C11 sur "CONTINU", procédant aux mêmes opérations que pour le pupitre A1 (le régulé s'obtient par action sur le Rhéostat R4).

2°) Tensions alternatives :

- a) Alternatif direct : voir Généralités
- b) Alternatif variable ou régulé : obtenu aux bornes "ALTERNATIF VARIABLE OU REGULE" en :
 - mettant le commutateur C11 sur "ALTERNATIF"
 - mettant le commutateur C5 sur :
 - . "MANUEL" : si l'on désire obtenir le départ variable
 - . "AUTO" : si l'on désire obtenir le départ régulé
 - démarrant le moteur (alimenter les contacteurs L et DM)
 - appuyant sur le bouton MARCHE DRA "DEPART REGULE" "N"La valeur désirée de la tension est obtenue soit :
 - par action sur le potentiomètre P1 pour le départ variable
 - par action sur le Rhéostat R4 pour le départ régulé.

N.B.: Voir N.B.

PUPITRE B3

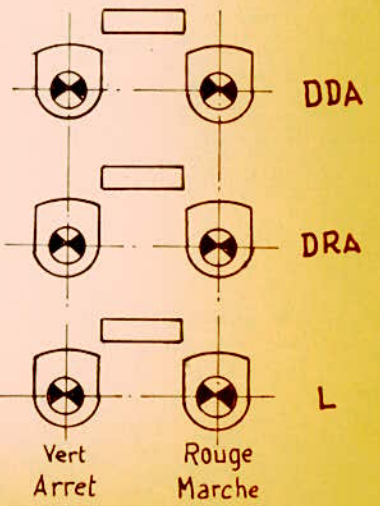
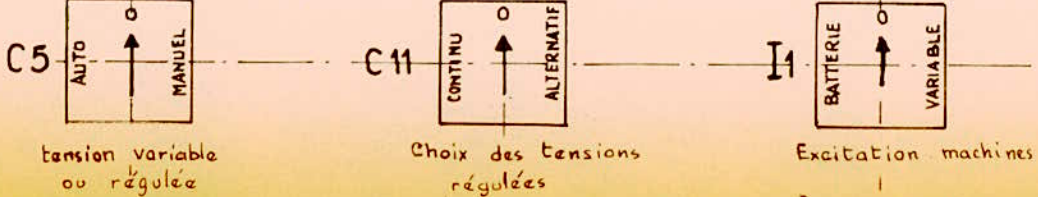
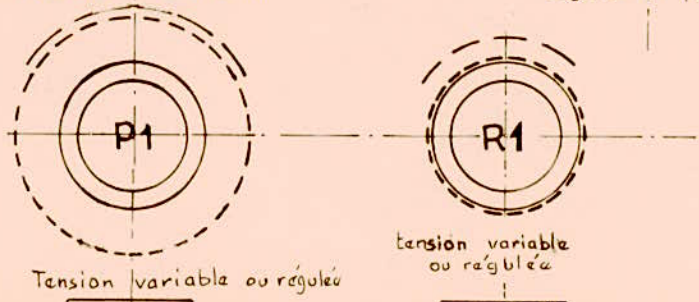
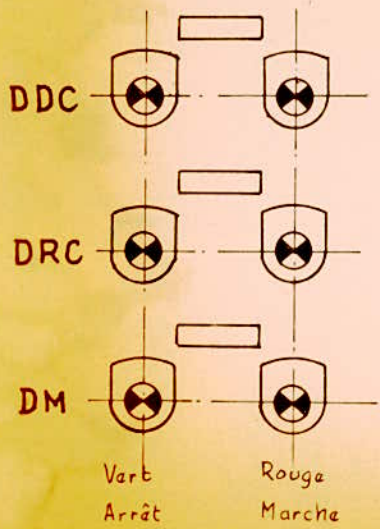
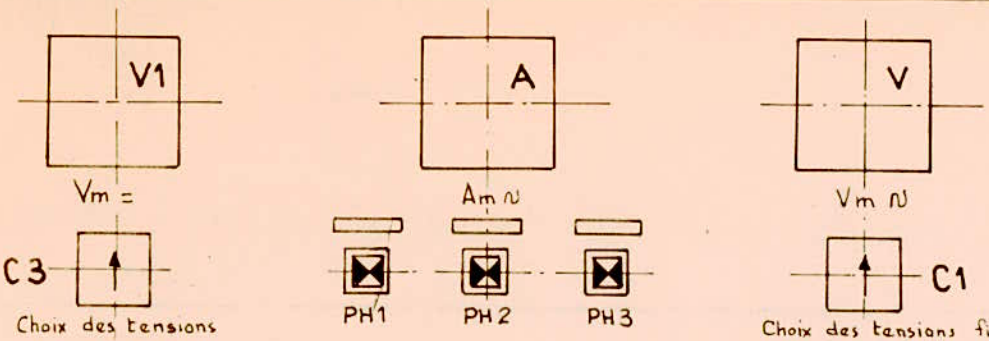
1°) Tensions Controversées par Génératrice : voir B1

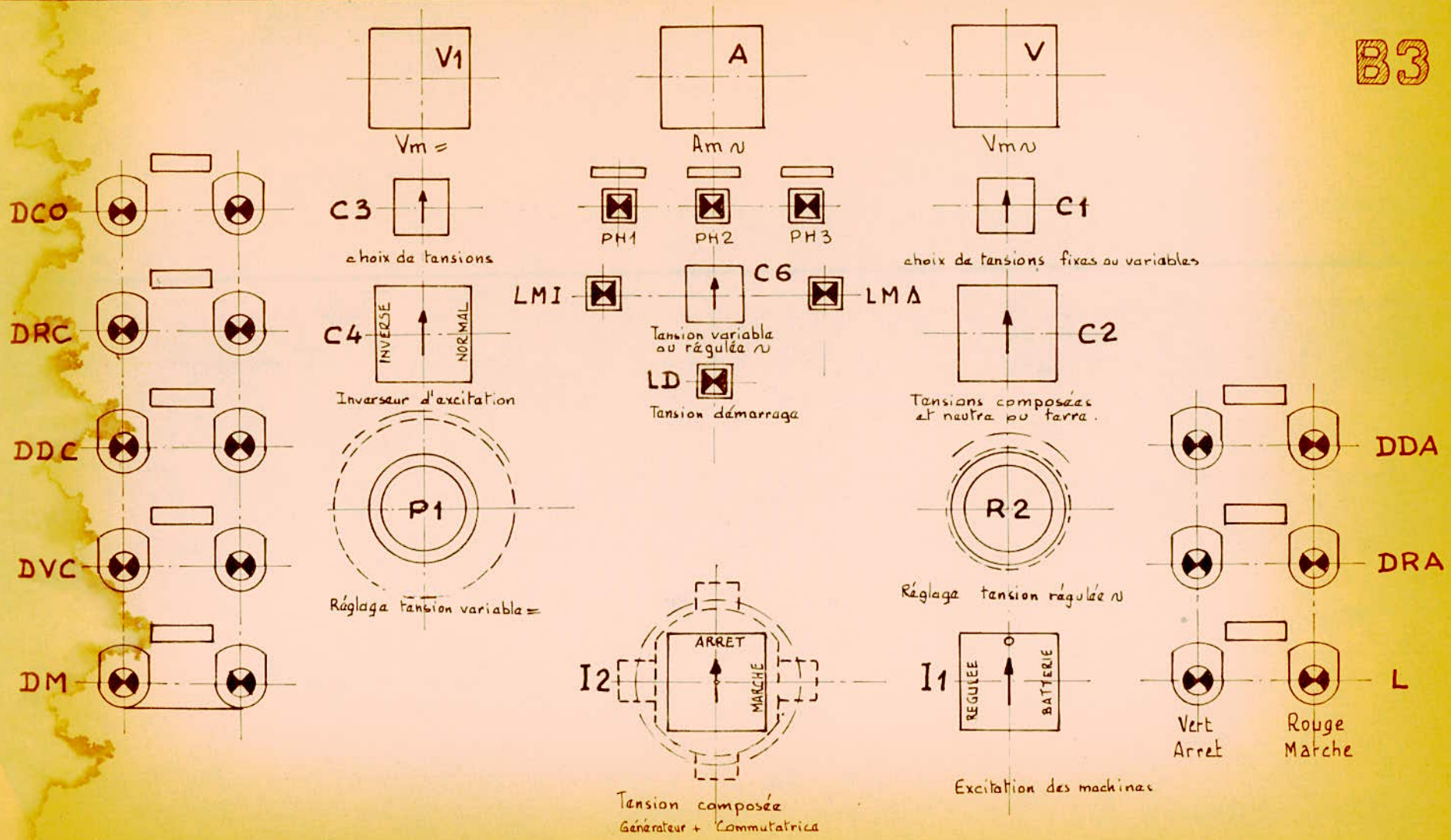
2°) Tension continue pour Commutatrice :

Ce départ ne peut être obtenu pour cause de défaut de câblage de la commutatrice.

3°) Tensions alternatives : voir pupitre A1.

C2





— TROISIEME PARTIE —

MODIFICATIONS SOUHAITABLES POUR
L'ALIMENTATION EN COURANT CONTINU

- PRESENTATION DES SOLUTIONS
- ETUDE DE LA PREMIERE SOLUTION :
remise en état des installations existantes.
- INSTALLATION D'UN GROUPE RED. ESSEUR 30 KVA

AI PRESENTATION DES SOLUTIONS

Après étude et analyse de l'état actuel des installations d'alimentations et de distributions en courant continu du bâtiment laboratoire d'électricité et pour remédier aux insuffisances déjà signalées, nous étudions deux solutions qui consisteraient à

-I- LA MISE EN ETAT DES ANCIENNES INSTALLATIONS EXISTANTES

- Le groupe de charge n°4 (Moteur asynchrone-Dynamo-survolteur) pour batterie d'accumulateurs BI au plomb.
- Le groupe redresseur de charge pour batterie d'accumulateur B2 au cadmium Nickel. .
- Approvisionnement des appareils et pièces de rechange.

-2- L'ACQUISITION D'UN GROUPE REDRESSEUR UNIQUE DE 30KVA ET D'UNE BATTERIE D'ACUMULATEURS AU PLOMB (montée en floting) pour secours, qui remplaceraient les sources de courant citées ci-dessus.

B- ETUDE DE LA PREMIERE SOLUTION
DES
REMISE EN ETAT/ANCIENNES INSTALLATIONS

I- GROUPE DE CHARGE N° 4 ET BATTERIE D'ACCUMULATEURS
AU PLOMB.

a)-GROUPE DE CHARGE N°4

Il est constitué de 3 machines accouplées arbre à arbre.

- Un moteur asynchrone triphasé
puissance nominale 15 CV
tension nominale 220 V - 50 HZ
vitesse nominale 1425 tr/mm.
- Une dynamo SHUNT.
puissance nominale : 6 KW
tension nominale 125 V
courant nominal 48 A
Vitesse nominale 1425 tr/mm.
- Un survolteur à excitation séparée
puissance nominale 25 KW
tension nominale 50 V

Ce groupe fonctionne depuis longtemps comme source unique de secours en courant continu pour le laboratoire d'électricité. Il nécessite une révision générale et une vérification complète de toutes ses parties tournantes.

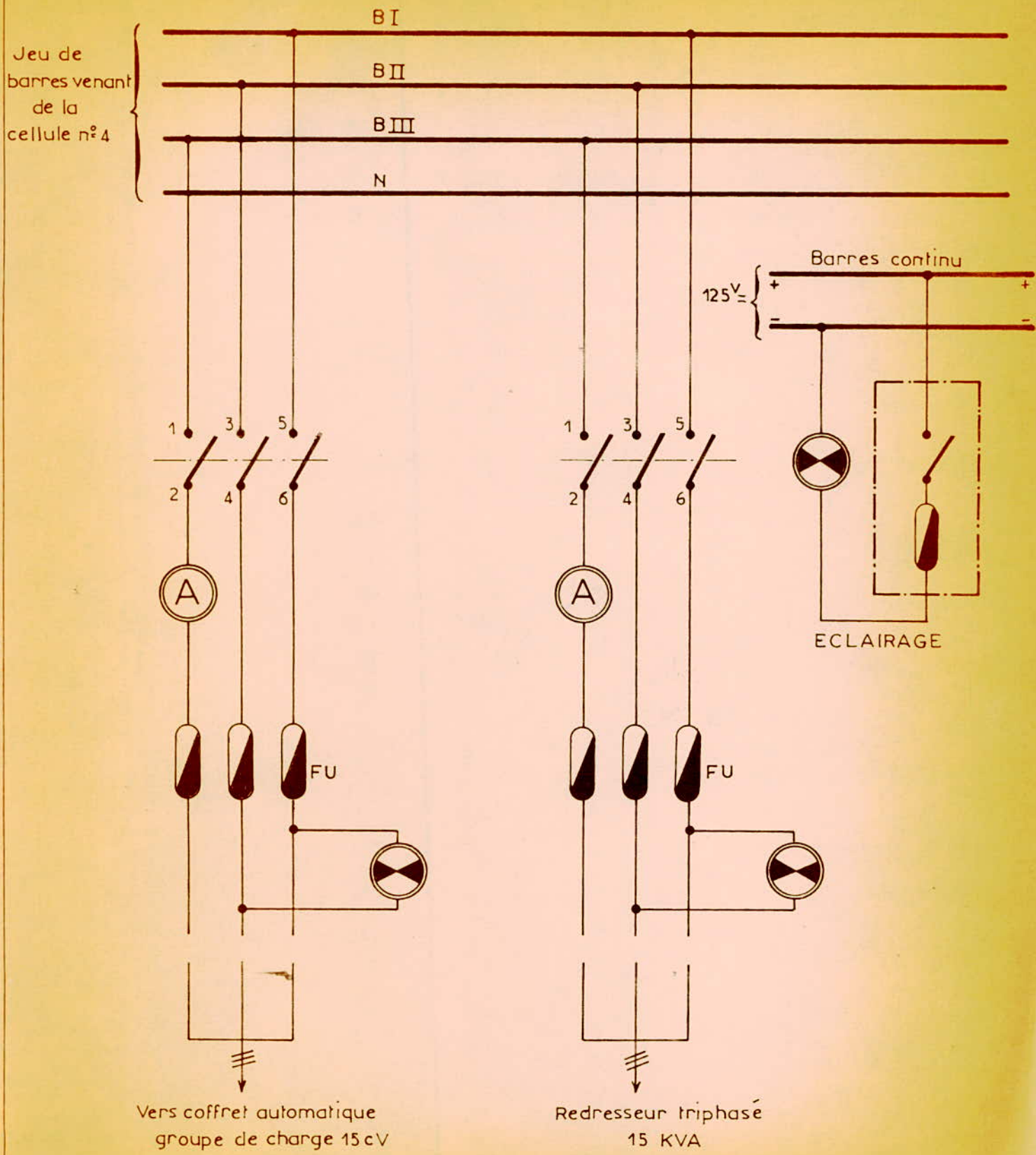
Il était destiné uniquement à la charge et à l'entretien des batterie d'accus BI au plomb.

- ALIMENTATION DU GROUPE 4

L'alimentation du groupe s'effectue depuis la cellule n° 5. Ce départ du groupe 4 est équipé d'un sectionneur tripolaire 64 A et d'un ampèremètre ferromagnétique 50 A.

L'équipement semble en bon état et peut être conservé (voir schéma principe de la cellule n° 5 page)

DÉPARTS GROUPE DE CHARGE ET REDRESSEURS



SCHEMA DE PRINCIPE CELLULE n°5

Commande du groupe n° 4

La commande se fait à partir de la cellule n° 8 (voir plan n° 2), cellule affectée au contrôle de la charge de la batterie. Cette cellule comprend l'équipement suivant :

- Un contacteur - disjoncteur bipolaire 64 A -125v courant continu.
- Un relai de protection à retour de courant provoque le déclenchement du contacteur ci-dessus au cas où la batterie déborderait dans la dynamo.
- Un contacteur disjoncteur unipolaire 64 A - 125 v courant continu (excité par la tension de la dynamo).
- Un réducteur de batterie à 2I plots 50 A
- Un compteur de charge d'Ampères/heures Spécial pour le contrôle d'une batterie d'accumulateurs.
- Les circuits de commande du groupe
- Appareils de mesure :
 - Un voltmètre ferro-magnétique 300 V avec commutateurs pour la mesure de tension entre phases.
 - 3 ampéremètres ferro-magnétique 300/5A
 - 1 Wattmètre triphasé 220 V - 300/5A

Cet équipement paraît en bon état et peut-être par conséquent conservé.

b) Batterie d'accumulateurs au plomb

Salle de batteries

La salle des batteries au plomb comprendra :

- Les éléments de batteries
- Les installations de préparation et stockage de l'électrolyte .
- Les supports de câbles.

La batterie d'accumulateurs au plomb hors service est du type semi-fixe à oxydes rapportés, de capacité 200 A/ Heure (2V par élément), marque TUDOR type PN 10 ou similaire.

La batterie à acquérir comprendra 70 éléments repartis en 2 rangées accolées de 24 éléments d'une part et 1 rangée séparée de 22 éléments.

Chaque élément fait 182 X 212 X 357 mm. Ils seront placés sur des chantiers de bois imprégné montés sur isolateurs.

Le revêtement du sol et des murs sera anti-acide. Les cuves cimentées, revêtues de plomb des deux bacs de préparation de l'électrolyte sont à remettre en état. Il sera procédé à la vérification de la ventilation et de l'évacuation des vapeurs acides et au renouvellement du stockage de l'acide et de l'eau distillée.

Les supports des câbles existants sont en bon état et peuvent être réutilisés.

Cablage des batteries d'accumulateurs au plomb déjà existant

Le câblage, au départ de la batterie, comprend 22 conducteurs de 21 mm² branchés comme suit.

- 1 conducteur relié au pôle négatif de la batterie d'accumulateur c'est à dire au pôle négatif de l'élément n° 1
- 21 conducteurs reliés respectivement aux pôles positifs des 20 derniers éléments (éléments de réduction). Ces 22 conducteurs aboutissent à une plaque à bornes installée en dehors du local de la batterie d'accumulateurs

A partir de cette plaque à bornes, ces conducteurs sont groupés en 6 câbles. (5 câbles 4 X 21 mm² + 1 câble 2 x 21 mm²) lesquels aboutissent au tableau général (cellule n° 8).

- Une dérivation à 7 conducteurs de 10 mm² groupés en 2 câbles (4 X 10 mm² + 3 X 10 mm²) est prise sur les bornes correspondantes aux éléments n° 50-53-56-62 - 65 - 68, ces derniers câbles sont dirigés vers les salles de mesures du rez de chaussée et ensuite vers les autres salles desservies en courant continu variable de 6 à 36 V.

Tous ces câbles sont groupés contre le mur est fixés sur les isolateurs scellés pour rejoindre le plafond. La traversée de la nappe des câbles dans le plafond devra être rendue étanche pour éviter la circulation des vapeurs acides, par des presses étoupes en matière moulée. Toutes les pièces métalliques dans la salle des batteries seront soigneusement protégées contre la corrosion par les vapeurs acides.

C) Principe de la charge et de la décharge de batterie

Conditions de fonctionnement

La dynamo shunt n'est pas exposée au renversement des polarités lorsqu'une inversion de courant se produit dans le circuit principal; cette propriété impose l'utilisation d'un relais à retour de courant pour la charge des batteries d'accumulateurs.

Lorsque la vitesse du moteur d'entraînement est suffisante la force électromotrice aux bornes de la génératrice devient plus grande que la tension aux bornes de la batterie, la charge s'effectue. Si la vitesse d'entraînement du moteur diminue et que la tension aux bornes de la batterie soit supérieure à celle de la dynamo, le contact du relais à retour doit s'ouvrir automatiquement, et découple ainsi la génératrice de ses bornes.

Pendant la charge des batteries on emploie un survolteur (petite génératrice à courant continu) pouvant fournir l'intensité maximum que peut débiter la batterie, et une tension maximum qui doit correspondre à la tension additionnelle nécessaire en fin de charge. Le moteur d'entraînement étant réglé à sa vitesse nominale le réducteur de charge est mis en position n° 2 (élément n° 70) dans ce cas tous les éléments de réduction sont en circuit de charge, l'excitation du survolteur est ensuite réglée pour obtenir aux bornes de l'induit la tension additive désirée (voir schéma de principe des cellules 8.9.10 - charge de batterie au plomb cellule 8).

La cellule n° 9 contrôle l'utilisation de la batterie d'accumulateurs dont la tension est réglée au moyen d'un réducteur de décharge identique à celui de la charge (cellule n° 8). La tension est envoyée à l'utilisation par l'intermédiaire d'un contacteur disjoncteur bipolaire 64 A - 125 V cette cellule comporte en outre :

- Un inverseur bipolaire 64 A
- Un voltmètre magnéto électrique 150 V
- Un ampèremètre magneto-électrique 50 A

L'inverseur bipolaire permet l'alimentation en secours des bornes de la batterie d'accumulateurs au Cd. Ni, soit par les batteries au plomb soit par le groupe de charge n° 4.

Une dérivation prise sur les 2I fils des éléments de réduction est dirigée vers le répartiteur du sous-sol - (voir schéma de principe des cellules 8.9.10, décharge des batteries BI - cellule n° 9).

Tous les équipements cités ci-dessus sont en bon état et seront donc conservés.

2 - BATTERIE D'ACCUMULATEURS AU Cd. Ni ET REDRESSEUR DE CHARGE

a) Redresseur de charge

Puissance nominale : 15 KVA

tension nominale : 220 V - 50 HZ

tension d'utilisation 125 V (=)

Le redresseur et son appareillage existants sont montés dans une armoire qui est installée dans la salle des essais climatiques. Le redresseur étant défectueux, est déconnecté des batteries qui sont hors d'usage.

Ses deux régulateurs de tension et d'intensité sont hors d'usage, la tension obtenue est par conséquent instable. Il ne permet donc aucun contrôle de charge ou de décharge.

La commande "marche-arret" du redresseur s'effectue à partir de la cellule N° 10. La cellule contrôlait le fonctionnement de l'ensemble constitué par le redresseur triphasé monté en tampon avec la batterie d'accumulateurs au plomb la cellule est équipée de : (voir schéma de principe des cellule 8.9.10).

- Un contacteur-disjoncteur sur l'arrivée courant continu 200A - 125 V
- Un contacteur-disjoncteur bipolaire 125A contrôlant un départ vers la partie Nord du tableau général de distribution BT.
- Un interrupteur bipolaire rotatif 10 A pour l'alimentation des parties Sud du tableau général de distribution BT
- Un contacteur disjoncteur bipolaire courant continu 125 A contrôlant un départ vers les plateformes du laboratoire d'électrotechnique.
- Un interrupteur bipolaire rotatif 16 A contrôlant un départ sur le répartiteur.
- Appareils de mesure (tous magnéto- électriques)
 - Un voltmètre 150 V
 - Un ampèremètre 150 A (sur l'arrivée au Cd. Ni.
 - Deux ampèremètres 100 A (sur les départs).

ALIMENTATION DU REDRESSEUR

Le redresseur de charge est alimenté sous 220 V - 50 HZ depuis la cellule n° 5. Son départ est équipé d'un sectionneur tripolaire 64 A et d'un ampèremètre ferromagnétique 50 A (Voir schéma cellule n°5)

B) Batterie d'accumulateurs au Cd. Ni (hors d'usage)

L'armoire des batteries d'accumulateurs au plomb est placée le long de la cloison **EST** dans la salle des essais climatiques et raccordée directement à l'armoire du redresseur de charge.

Elle comprend 92 éléments de capacité I60 A/H- type Vo I60 "SAFT" série VOLTABLOC,

CONCLUSION

Cette solution bien qu'avantageuse du point de vue secours (la batterie d'accus au plomb peut secourir la batterie d'accus au Cd.Ni) présente beaucoup d'inconvénients :

- Entretien fréquent et difficile.
- l'existence de plusieurs sources de courant demande une surveillance accrue.
- Installations complexes.
- Absence de contrôle de la décharge des batteries au plomb
- **Vieillessement** et usure rapide des pièces tournantes :
- Acquisition de deux type de batteries d'accumulateurs différentes.

C - Etude de la 2e Solution -

Proposition d'installation d'un groupe redresseur de 30 KVA

I - Fonctions du redresseur et de la batterie d'accumulateurs à installer

1 - Groupe redresseur :

Le redresseur à installer devra assurer deux fonctions :

- il alimentera l'utilisation en courant continu de tout le Bâtiment Electricité. Il remplacera par conséquent les installations suivantes :
 - * redresseur de charge (hors d'usage) fonctionnant en tampon avec la batterie d'accumulateurs au Cd-Ni (hors d'usage également).
 - * Groupe de charge (assez-vétuste)
- il débitera sur la batterie d'accumulateurs à installer un courant d'entretien sous tension dite de floting (montage batterie flotante).

2 - Batterie d'accumulateurs :

La batterie d'accumulateurs assurera deux fonctions :

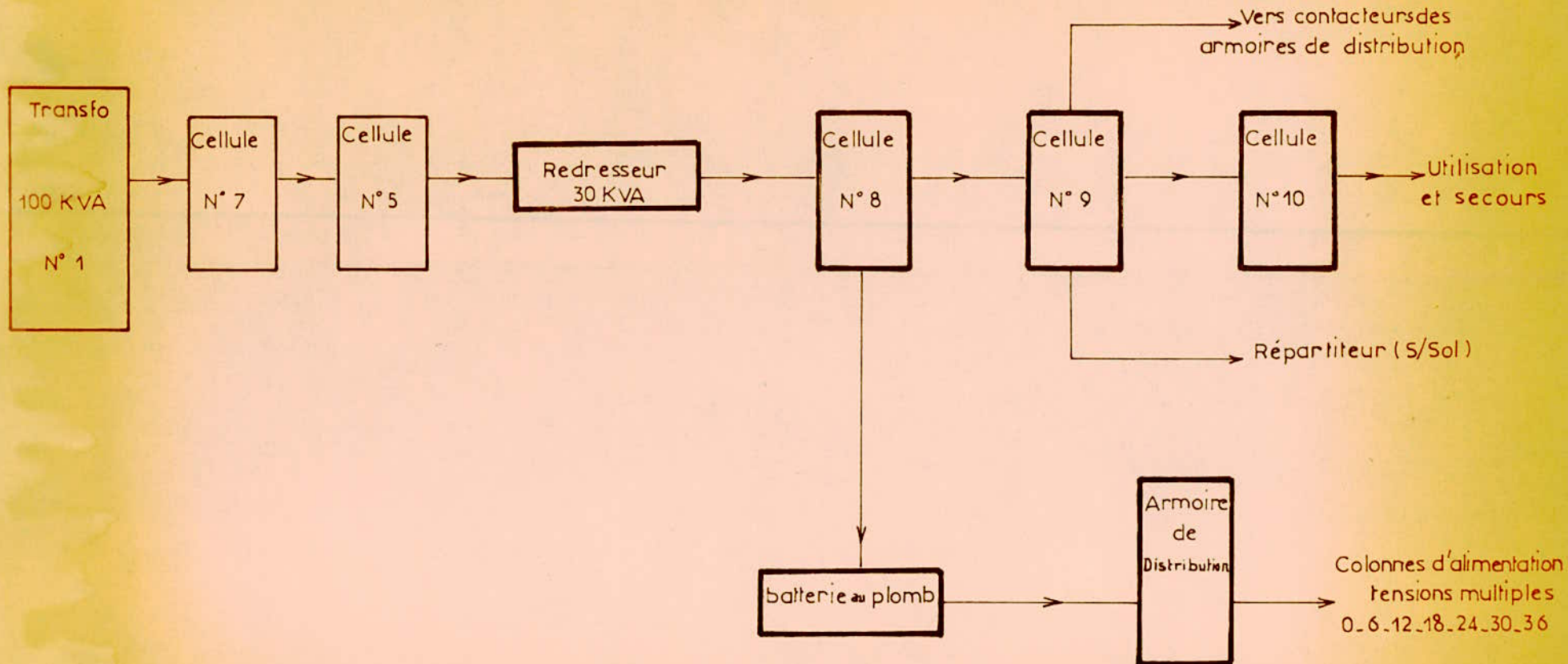
- elle alimentera toutes les salles de mesures du Bâtiment Electricité en tensions multiples (0 - 6 - 12 - 18 - 24 - 30 - 36 V). Dans ce cas elle remplacera le rôle de la batterie d'accumulateurs au plomb.
- elle alimentera en secours l'éclairage du Bâtiment (rôle que jouaient les batteries d'accumulateurs au Cd- Ni).

La batterie débitera sur l'utilisation pendant l'interruption de la tension secteur. Dès la réapparition de cette dernière, le redresseur reprendra son fonctionnement normal en floting (la batterie s'étant faiblement déchargée, la tension de floting est suffisante pour restituer les ampères-heures perdus)

Si l'interruption de la tension secteur est de longue durée, dès la réapparition de celle-ci, le redresseur débitera sur la batterie un courant de recharge sous une tension égale à la tension d'un élément.

(voir synoptique de distribution de l'alimentation en courant continu par le redresseur 30 KVA).

SYNOPTIQUE DE DISTRIBUTION DE L'ALIMENTATION EN COURANT CONTINU PAR LE REDRESSEUR 30 KVA



II - Alimentation du redresseur par le Transformateur N°1 de 100 KVA

Comme nous l'avons indiqué dans la première partie, le transformateur n°1 de 100 KVA alimente le rez de chaussée (en éclairage) et le sous-sol (en éclairage et force-motrice).

Rappel : éclairage du Bâtiment Electricité

Les circuits d'éclairage du bâtiment Electricité comprennent les éclairages normaux et les éclairages de secours.

Il y a deux circuits d'éclairage normal et deux circuits d'éclairage de secours par cellule depuis les cellules N°1 et N°14 du Tableau Général Basse Tension du sous-sol, chacun des transformateurs N°1 de 100 KVA et N°2 de 63 KVA alimente deux circuits d'éclairage normal et de secours.

- Les circuits d'éclairage normal sont à 3 conducteurs, ils sont alimentés depuis le jeu de barres général en 220 V entre phases. Les circuits 1 et 2 (Transfo. 1) de la cellule N°1 alimentent le sous-sol et le rez de chaussée respectivement, les circuits 3 et 4 (Transfo. N°2) de la cellule N°14, le 1er étage et le 2° étage. Une dérivation sur le circuit 4 dessert les salles de mesures du rez-de-chaussée.

- Les circuits d'éclairage de secours sont à 2 conducteurs. Ils se répartissent pour les différents étages comme les circuits d'éclairage normal. Ils sont distribués dans toutes les armoires de distribution. Ils sont normalement alimentés en 127 V courant ALTERNATIF. En cas de manque de tension, l'alimentation est commutée automatiquement sur le courant continu 125 V de la batterie d'accumulateurs au Cd - Ni. Cette commutation se réalisait dans les cellules N°1 et 14 du Tableau Général Basse Tension.

Nous donnons dans les tableaux ci-après la puissance fournie par le transformateur N°1 de 100 KVA.

ECLAIRAGE DU SOUS-SOL

Eclairage Normal				Eclairage secours		
N° de salle	Nombre de foyers	Puissance nominale (50w)	Puissance totale (w)	Nombre de foyers	Puissance nominale (w)	Puissance totale (w)
01 bis	8	200	1600	1	100	100
01	15	100	1500	7	100	700
02	4	100	400	1	100	100
03	3	100	300	2	100	200
04	31	100	3100	9	100	900
05	24	100	2400	1	100	100
06	3	100	300			
07	7	100	700			
08	18	100	1800	1	100	100
09	2	100	200	1	100	100
Divers	1	100	100	1	100	100
Entrée monte charge	1	100	100			
Tremie de déchargement	4	100	400			
total			<u>12 900</u>			<u>2400</u>

ECLAIRAGE DU REZ. DE CHAUSSEE

Eclairage Normal				Eclairage secours		
N° de salle	Nombre de foyers	Puissance nominale (W)	Puissance totale (W)	Nombre de foyers	Puissance nominale (W)	Puissance totale (W)
01	20 6	200 150	4000 900	6	150	900
02	6	200	1200			
03	7	100	700			
04	2 2	200 50	400 100			
05	24	100	2400	1	100	100
06	6	200	1200			
07	3	200	600			
08	2	200	400			
09	2	150	300			
10	44 20	200 150	8800 3000	11	150	1650
11	2	200	400	2	100	200
Entrée Est	2	200	400			
Ouest - Magasin d'essais	3	150	450			
Magasin	3	150	450			
W.C. Lavabos	1	50	50			
	2	30	60			
total.			<u>25810</u>			<u>2950</u>

Récapitulation :

DESIGNATION	PUISSANCE (KW)
Eclairage normal sous-sol	12,900
Eclairage secours Sous-sol	2,400
Eclairage normal Rez de Chaussée	25,810
Eclairage secours Rez de Chaussée	2,950
<u>FORCE MOTRICE</u>	
Moteur asynchrone triphasé du groupe à fréquence	3,680
Moteur asynchrone triphase du Groupe N°4	11,040
Redresseur de charge des Batteries B3	15,000
TOTAL	73,780

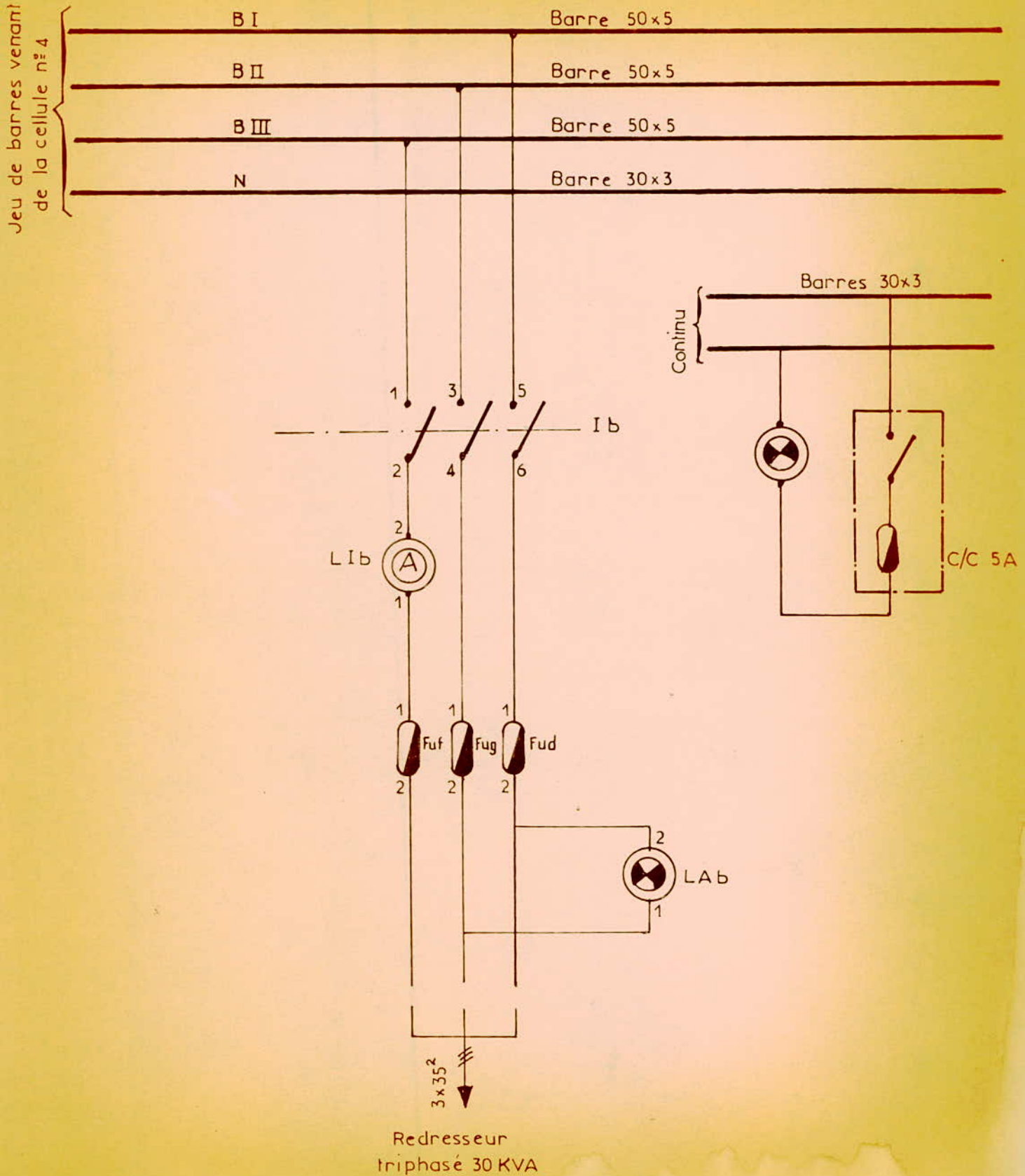
Comme nous avons prévu pour cette solution de débrancher le groupe N°4 (11 KW) et le redresseur de charge (15 KW), il est possible d'alimenter le nouveau redresseur 30 KVA par le transformateur N°1.

La puissance installée sera dans ce cas :

$$73,780 - (11+15) + 30 = \underline{77,780 \text{ KVA}}$$

Mais il faut tenir compte d'un coefficient d'utilisation (0,6 par exemple).

DÉPART REDRESSEUR TRIPHASE 30 KVA



CELLULE N° 5

III

- Implantation et Raccordement du redresseur :

- Calcul des câbles :

- Le redresseur sera implanté à la place du redresseur de charge des batteries au Cd - Ni, soit dans la salle des essais climatiques. Il sera alimenté depuis la cellule N°5 par un câble triphasé dont la longueur et la section seront déterminés plus loin. (Voir départ redresseur triphasé 30 KVA). Il sera raccordé à la batterie et à l'utilisation par un câble dont nous déterminerons sa longueur et sa section.

Ces câbles emprunteront les caniveaux existants

(voir plan N° 3 Implantation du Redresseur triphasé 30 KVA, raccordement des câbles).

La Batterie à utiliser avec le redresseur sera placée dans la salle des batteries au plomb.

Il y aura donc lieu d'aménager les deux salles précédentes.

- Nature des câbles :

Etant donné l'importance du câblage utilisé, celui-ci peut créer des perturbations. Pour en atténuer l'effet, tout en évitant des câbles blindés spéciaux peu pratiques dans les installations courantes et onéreuses, il sera employé des câbles avec gaine métallique.

Suivant le catalogue de la câblerie électrique SONELEC, nous choisissons, pour les câbles d'alimentation et de distribution du redresseur, les câbles rigides suivants :

NORME NF C/15 - 100 Serie U - 1000 CGPFV

3 Conducteurs en cuivre pour le câble d'alimentation

2 conducteurs en cuivre pour le câble de distribution.

- Détermination de la section des conducteurs :

Le catalogue SONELEC propose une méthode directe donnant la section optimale des âmes en cuivre

Le choix de la section se fait :

- a) D'abord en fonction des conditions d'échauffement
- b) et ensuite en fonction des conditions de chute de tension.

La section choisie devant satisfaire aux deux conditions, nous retiendrons la plus grande.

a) Conditions d'échauffement :

La section des conducteurs (en Cu ou en Al) satisfaisant aux conditions d'échauffement est déterminée par le tableau I donné par le catalogue SONELEC. Mais pour des câbles destinés à fonctionner à des températures ambiantes $t^{\circ} \text{c}$ différentes respectivement de 20°c et 30°c , les valeurs données par ce tableau sont à multiplier par un coefficient de correction m ou m' déterminé selon le cas par l'une des formules suivantes :

$$m = \sqrt{1 + \frac{20-t}{\Theta}} \quad , \quad m' = \sqrt{1 + \frac{30-t}{\Theta'}}$$

Dans lesquelles Θ pour les câbles enterrés à 20°c ou Θ' pour les câbles posés à l'air libre à 30°c , est l'échauffement maximum respectif compte tenu de la température admissible sur l'âme en fonctionnement continu suivant la nature de l'isolant.

b) Conditions de chute de tension :

La section des conducteurs (Cu ou Al) qui satisfait aux conditions de chute de tension, est donnée par le tableau II catalogue SONELEC.

La section est donnée en fonction de la chute de tension admise de la tension du réseau et de la nature du courant, de la longueur de la liaison et de l'intensité.

- Calcul du câble d'alimentation du redresseur :

Nos câbles (d'alimentation et de distribution) sont à installer dans les caniveaux existants situés au sous-sol du Bâtiment ELECTRICITE, donc fonctionnement à des températures entre 20° c et 40° c.

Nous prendrons $\Theta = 40^{\circ} \text{ c}$, $t^{\circ} = 20^{\circ} \text{ c}$ (câbles considérés comme enterrés)

$$\text{Soit } m = \sqrt{1 + \frac{20-20}{40}} = 1$$

Nous supposons que le redresseur fonctionne avec un rendement égal à 0,9. Sachant que la puissance fournie est de 30 KVA, le courant absorbé par le redresseur sera :

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} S = \text{puissance fournie à l'utilisation} = 30 \text{ KVA} \\ \eta = \text{Rendement} = 0,9 \\ U = \text{Tension d'alimentation} = 220 \text{ V, } 50 \text{ HZ} \\ I = \text{Intensité traversant un fil d'alimentation} \end{array}$$

$$\text{soit } I = \frac{30.000}{1,73 \times 220 \times 0,9} = 87,5 \text{ A.}$$

- choix de la section suivant les conditions d'échauffement :

Le tracé sur le tableau I (catalogue SONELEC) indique :

section cuivre : 3 x 35 mm²

- Choix de la section suivant les conditions de chute de tension :

Nous admettons une chute de tension de 1% et la longueur approximative du câble d'alimentation (liaison cellule 5 - redresseur) égale à 26 m.

Le tracé sur le tableau II indique :

section cuivre : 3 x 35 mm²

- Cable choisi

cable U 1000 CGPFV 3 x 35 mm² cuivre.

- calcul du cable de distribution :

Courant absorbé par l'utilisation :

$$I = \frac{P}{U}, \quad P = \text{puissance}, \quad U = \text{tension d'utilisation} = 125 \text{ V}$$

$$I = \frac{30000}{125} = 240 \text{ A}$$

- température admissible sur l'âme des conducteurs en fonctionnement continu = 40° c ; Coefficient de correction m = 1
- chute de tension admissible : 2%
- longueur approximative : (liaison cellule 10 - redresseur) = 20 m

La section choisie satisfaisant aux conditions d'échauffement et de chute de tension est :

câble U 1000 CGPFV 2 x 120 mm²

MODIFICATIONS ET CHANGEMENTS :

Les modifications et changements à réaliser se porteront respectivement sur les câblages et appareillages existants.

Ainsi, le câblage des cellules N°8 - 9 et 10 (réalisé d'après le schéma de principe des cellules N°8 - 9 et 10 donné en 1ère solution) sera modifié selon le schéma de principe "RACCORDEMENT DU REDRESSEUR 30 KVA" plan N°4.

Principaux changements :

- cellule 5 : l'ampéremètre feromagnétique 50 A devra être changé par un autre de même type 100 A et le sectionneur tripolaire 64 A par un autre de 100 A.

- cellule 8 : Le réducteur de charge ne sera pas utilisé.
La génératrice et le survolteur devront être débranchés de leurs barres. Toutefois, la commande et le contrôle de ce groupe peut se réaliser depuis cette cellule pour l'utiliser dans un autre but.

- cellule 9 : Le réducteur de décharge est à supprimer; le contacteur disjoncteur donnant le départ vers les armoires de distribution des salles de mesure (alimentation de contacteurs) devra être débranché du réducteur pour être alimenté directement par les barres.

IV - CARACTERISTIQUES DU REDRESSEUR A COMMANDER :

Notre étude débouche donc sur l'emploi d'un redresseur qui doit comporter les caractéristiques fonctionnelles et technologiques suivantes :

1. Caractéristiques fonctionnelles :

Tension d'alimentation : 220V - 50 HZ - triphasé

Puissance nominale : 30 KVA

Tension continue régulée : 125 V

2. Caractéristiques technologiques :

Le redresseur à commander doit comporter l'équipement suivant :

a) Transformateur :

Il sera spécialement étudié et monté en vue de l'alimentation de notre redresseur. Il doit présenter une tension de court-circuit élevée. (couplage YY ou YZ)

b) Redresseur :

Le redresseur proprement dit sera constitué essentiellement par un ensemble de diodes et thyristors montés en pont de GRAETZ (montage couramment utilisé).

• REFROIDISSEMENT :

Les cellules semi-conductrices dissipent d'importantes quantités d'énergie calorifique. Vu le local et le lieu d'implantation de l'armoire redresseuse, nous choisissons le refroidissement par VENTILLATION FORCEE. Ce type de refroidissement nous permettra d'utiliser les redresseurs à leur puissance nominale. Mais tout arrêt de fonctionnement de la ventilation devra interdire ou limiter le fonctionnement du redresseur.

c) Dispositif de régulation :

Le choix entre les diverses possibilités de régulation proposées par les constructeurs est fait en fonction d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels figurent principalement :

- Taux de régulation désirée : 1 à 3%
- Facteur de puissance toléré : 0,85 à 0,9
- Taux d'harmoniques (amont et aval) très faible

La régulation doit être assurée pour des variations de :

- Tension d'alimentation de $\pm 10\%$
- Courant débité de 0 à 100%

d) Circuits de protection :

L'armoire redresseuse doit être soigneusement protégée contre :

- les défauts internes
- les surintensités
- les surtensions de commutation et surtensions d'origines externes
- les échauffements anormaux
- les défauts directs sur le réseau de courant continu (court-circuits)

e) Appareillage de contrôle et de commande

L'ensemble de contrôle et de commande doit regrouper les organes de mise sous tension, les appareils de mesure (bien qu'ils existent sur les armoires de distribution du Tableau général), la signalisation lumineuse et la détection des défauts.

.../...

BATTERIE D'ACCUMULATEURS :

1. Choix de la batterie :

Nous choisissons la batterie d'accumulateurs au plomb ayant les mêmes dimensions que celle étudiée dans la 1ere solution

$$\text{Capacité } C = 160 \text{ Ah (au minimum)}$$

$$\text{Tension/Elément} = 2,25 \text{ V}$$

$$\text{Tension maximale appliquée/Elément} = 2,25 + 1\% = 2,275 \text{ V}$$

2. Choix du nombre d'éléments :

Le choix du nombre d'éléments à commander dépend de la tension maximale admissible sur l'utilisation? Nous désirons une alimentation 125V avec une tension maximale de 137,5V (125 + 10%). Le quotient de cette tension par la tension maximale appliquée par élément donne le nombre d'éléments à choisir.

$$X = \frac{137,5}{2,275} = 62 . \text{ Nous prendrons 62 éléments}$$

3. Dispositifs spéciaux :

L'armoire redresseuse doit comporter des systèmes de contrôle de la charge et de la décharge de la batterie d'accumulateurs.

Un dispositif spécial qui sera défini par le constructeur, doit mettre la batterie hors d'utilisation, lorsqu'elle atteint son seuil limite de décharge.

La recharge de cette batterie d'accus au plomb doit s'effectuer à intensité comprise ^{entre} / 0,1 et 0,16 C et à tension inférieure à la tension de bouillonnement égale à 2,35 V/élément (lors de ce bouillonnement l'électrolyte s'évapore très rapidement). Un autre système automatique devra limiter, lors de la charge, l'intensité et la tension aux valeurs indiquées ci-dessus.

CONCLUSION

Par cette modeste étude, nous avons entrepris un travail de recherche des possibilités en alimentation et distribution de l'énergie électrique du bâtiment ELECTRAITE de l'EMP.

Dans la première partie de notre étude, la description des installations montre que l'équipement est très diversifié et a été étudié dans le but de l'utiliser pour l'enseignement des élèves. Cette diversité du matériel et des sources de courant demande par conséquent un entretien continu. Vu la méconnaissance du fonctionnement des installations par les utilisateurs, nous avons jugé nécessaire de procéder à la description sommaire et explications succinctes de certains appareils installés dans la salle des ensembles individuels du sous-sol.

Dans la deuxième partie, l'analyse de l'état actuel de l'équipement et des sources de courant, montre que le matériel manque d'entretien, ce qui accroît rapidement son usure voire même sa mise hors service.

Par nos interventions sur les installations à l'aide de moyens très limités, nous avons pallié provisoirement quelques dérangements.

Les défauts qui n'ont pu être rétablis, ont été signalés afin de faciliter les interventions futures pour une remise en état.

Par la même occasion nous avons jugé utile d'établir un document "utilisation des plate-formes d'essais de laboratoire d'électrotechnique" permettant d'utiliser au mieux les pupitres d'essais des machines.

Nous avons proposé dans la troisième partie deux solutions pour remédier à l'insuffisance des sources de courant continu.

La solution qui consiste à remettre en état les installations existantes nous semble onéreuse et présente des inconvénients du point de vue entretien.

L'installation d'un groupe redresseur comme source unique de courant continu offre à notre avis les meilleurs avantages.

En effet les redresseurs ont pris place de presque tous les dispositifs utilisés jusqu'alors pour l'alimentation des installations en courant continu. Ils sont d'un fonctionnement très souple et économique entre les grandes limites de tension et d'intensité. Par ailleurs les redresseurs ont largement remplacé les groupes tournants pour la charge des batteries. Toutes ces modifications ont entraîné une prolongation de la durée de vie des batteries, tout en exigeant moins d'attention de la part du personnel.

Il est à rappeler que les redresseurs ont actuellement des avantages non négligeables :

- Prix moins élevé
- Entretien facile
- Rendement meilleur
- Grande souplesse d'asservissement.
- Maintenance des installations.

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE : DESCRIPTION DES INSTALLATIONS.

A/- Principe Général de la distribution - Implantation
des alimentations du Bâtiment Electricité.

1 ^o) Alimentation en courant alternatif	7
2 ^o) Alimentation en courant continu.....	9
3 ^o) Sources auxiliaires.....	12
B/- Ensembles d'alimentations individuelles.....	17
1 ^o) Ensemble d'alimentation A1	19
2 ^o) " " B1	23
3 ^o) " " C1	26
4 ^o) " " D1	29
5 ^o) " " A2	32
6 ^o) " " B2	34
7 ^o) " " C2	37
8 ^o) " " D2	38
9 ^o) " " B3	40

DEUXIEME PARTIE : ETAT ACTUEL DES INSTALLATIONS.

A/- Ensembles individuels	44
- Proposition d'une modification de circuit de commande des pupitres.....	53
B/- Etat actuel des sources de courant alternatif	54
C/- Etat actuel des sources de courant continu	56
- ANNEXE / utilisation des plate-formes d'essais du laboratoire d'électrotechnique	60

TROISIEME PARTIE : MODIFICATIONS SOUHAITABLES POUR
L'ALIMENTATION EN COURANT CONTINU.

A/-	Présentation des solutions.....	78
B/-	Etude de la première solution	79
1 ^o)	Groupe de charge n°4 et batterie au plomb.....	79
2 ^o)	Batteries d'accus au Cd-Ni et redresseur	
	de charge	84
C/-	Etude de la deuxième solution	86
1 ^o)	Fonctions du Redresseur et de la batterie.....	86
2 ^o)	Alimentation du redresseur	87
3 ^o)	Implantation et raccordement du redresseur	89
4 ^o)	Caractéristiques du redresseur	94
<u>CONCLUSION</u>	97

BIBLIOGRAPHIE ET DOCUMENTATION

I - Ouvrages

M. DEMONTVIGNIER - Soupapes électriques - Redresseurs Onduleurs ESE -
Université de PARIS.

M. KOSTENKO ET L. PIOTROVSKI - Machines électriques - Tome II

A. AUGER - Schéma d'électricité - Editions de la capitelle.

JEAN RUEZ - L'entretien du matériel électrique - Editions de Moutligeon.

BOYER - NOBER - PHILIPPE - Construction du matériel électrique - Edition
de la capitelle.

Revue de constructeurs

- SONELEC - catalogue câblerie électrique

- MERLIN GERIN - Appareillage Electrique, Electronique, Transformateurs et
équipements

- ALSTHOM - Matériel électrique

- C.E.M - catalogue Générale 1974

- Ponts redresseurs controlés

- AUXILEC - Groupe Statique **sans** coupure

- BROWN BOVERI - Regulateurs de tension.

UNIVERSITE D'ALGER

10/77

DEPARTEMENT ELECTRICITE

FILIERE D'INGENIEUR EN ELECTROTECHNIQUE

II

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
- المكتبة -
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ANNEXE

المدرسة الوطنية للعلوم الهندسية
المكتبة
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
BIBLIOTHÈQUE

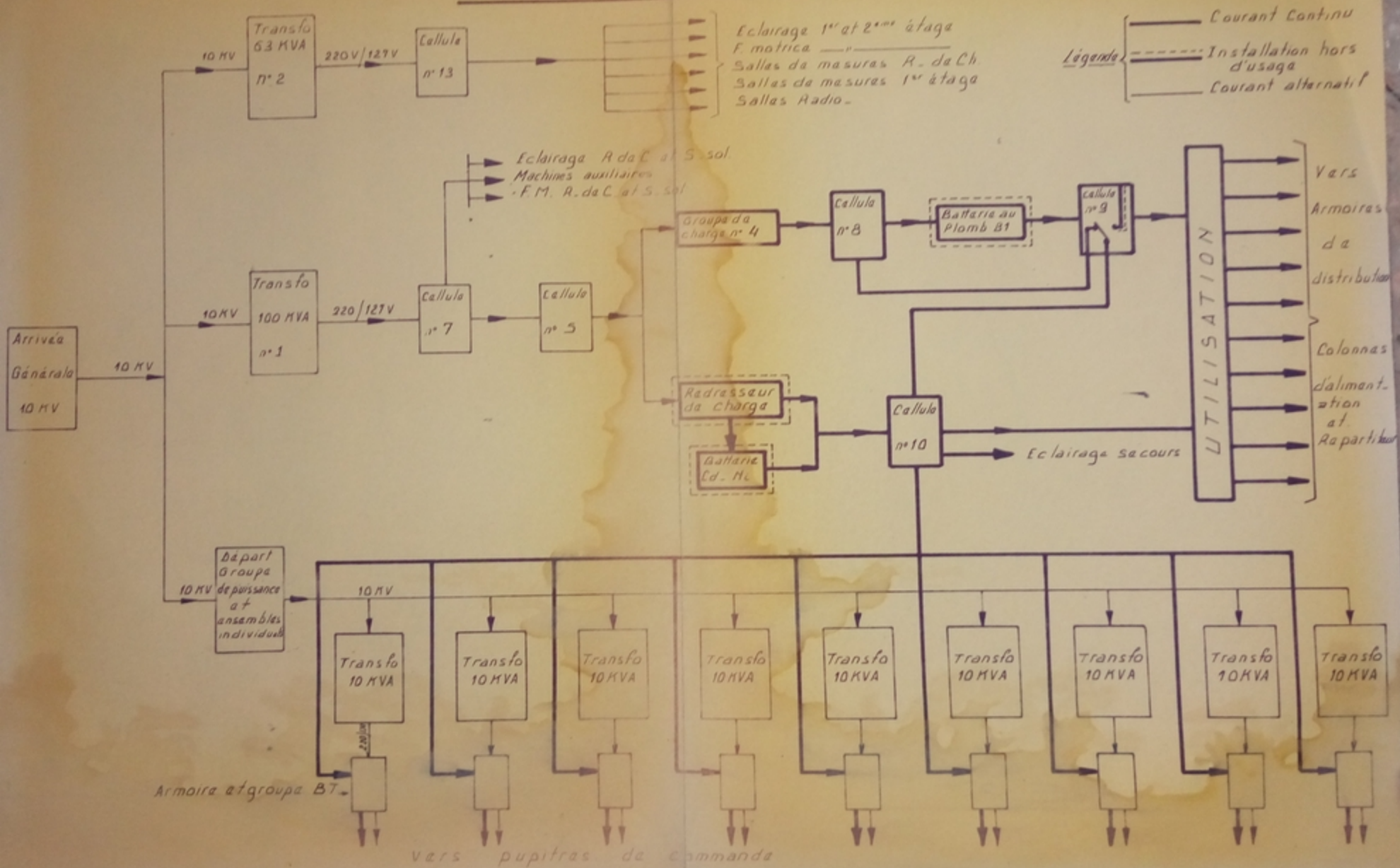
PLANS

REALISE PAR : S.N.P Aissa Ben El Hocine

SADOK Mahamed

JUIN 1977

SYNOPTIQUE GENERAL DE DISTRIBUTION

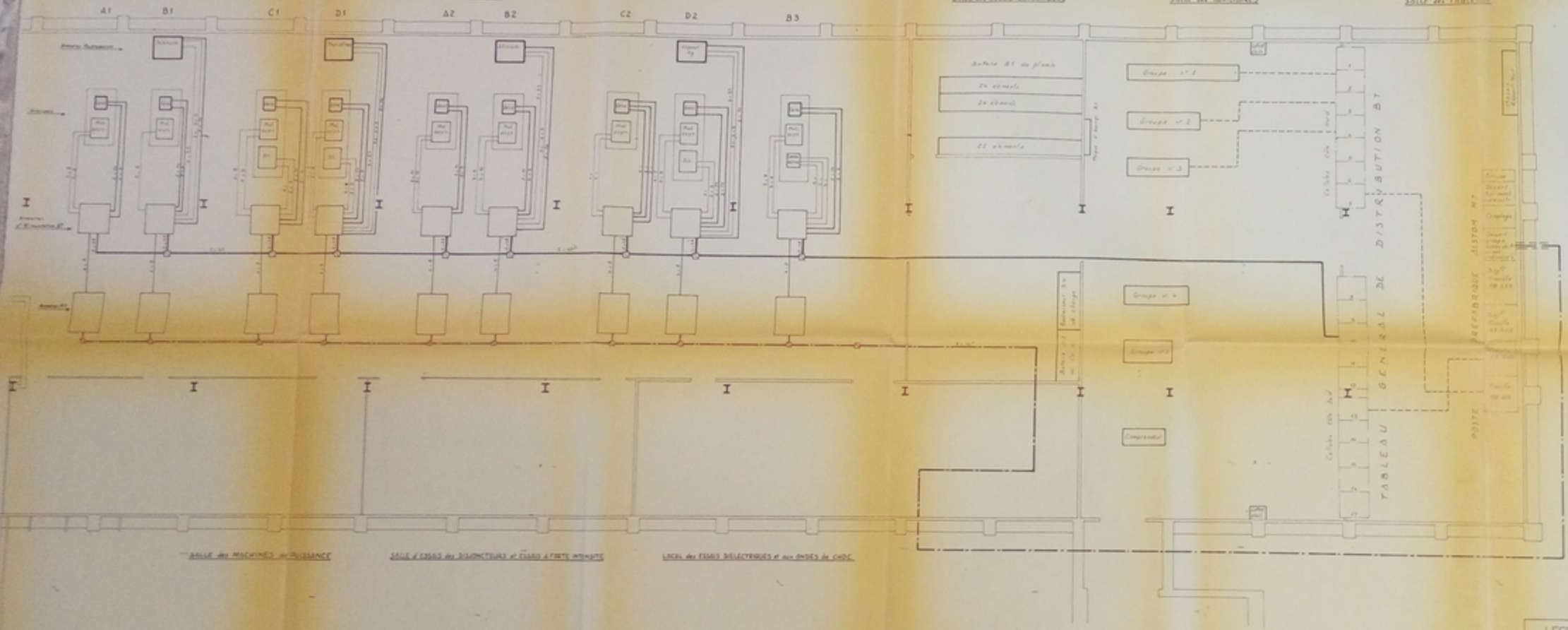


SALLE des GROUPES INDIVIDUELS

SALLE des BATTERIES au PLUMB
SALLE des ESSAIS CLIMATIQUES

SALLE des AUXILIAIRES

SALLE des TABLEAUX



UNIVERSITE D'ALGER

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT ELECTRICITE
SECTION ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN d'ETUDES

IMPLANTATION DES ENSEMBLES INDIVIDUELS
ET RACCORDEMENT DES CABLES
SOUS SOL
PLAN N°1

LEGENDE

- Cable HT 110V
- Cable Courant Continu
- Cable d'Alimentation (L)
- Cable d'Alimentation des Groupes

Échelle 1/50
M. BOUAFIA, M. BOUAFIA, M. BOUAFIA

ANNÉE 1977

UNIVERSITE D'ALGER

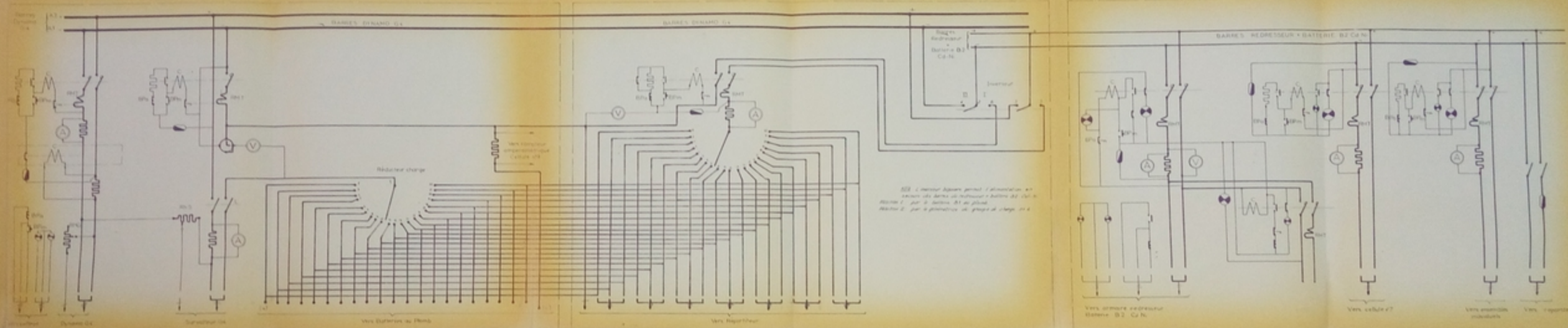
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT ELECTRICITE
SECTION ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

SCHEMA DE PRINCIPE DES CELLULES
N° 8, 9, 10
DU TABLEAU GENERAL DE DISTRIBUTION
PLAN N° 2.

Elab. par: YCKER BE
M. AGAL BOU EL HOUCHE
A. FIL GELLO
D'Apr. HAMMED

ANNEE 76-77

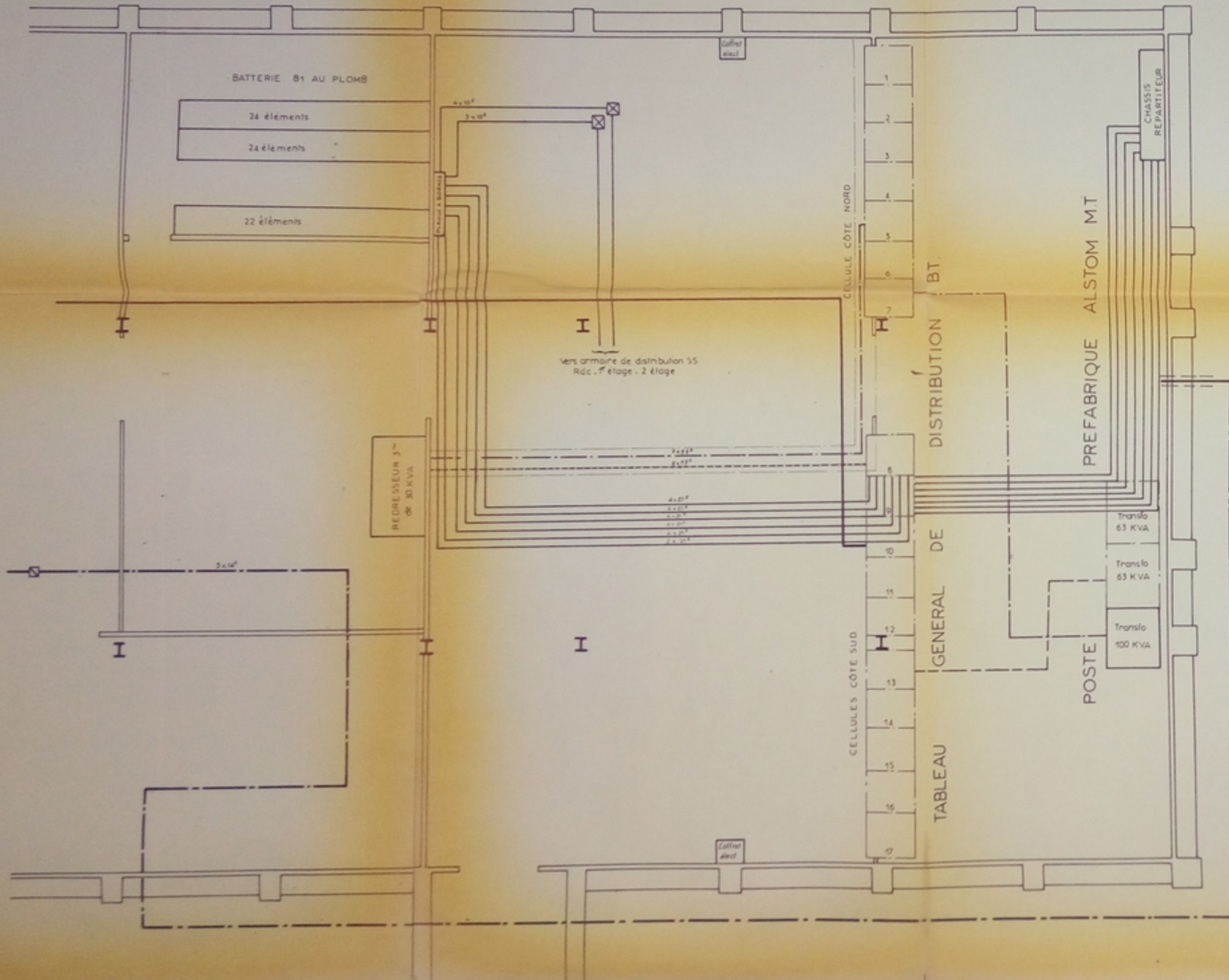


B2: Le circuit de charge permet l'alimentation en courant des barres de redresseur + batterie B2 Ca-Ni.
 Moteur 1: par la batterie B1 au plomb.
 Moteur 2: par le générateur de groupe de charge n° 4.

SALLE DES BATTERIES AU PLOMB
SALLE DES ESSAIS CLIMATIQUES

SALLE DES AUXILIAIRES

SALLE DES TABLEAUX



LEGENDE	
Câble d'Alimentation (3w) 220V	— · — · —
Câble Départ (=)	·····
Câble de Distribution (=)	— — —
Câble MT 10 KV	— · — · —

UNIVERSITE D'ALGER PA 010/72
P.u.

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
DEPARTEMENT ELECTRIQUE
SECTION ELECTROTECHNIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

IMPLANTATION DU REDRESSEUR TRIPHASE 30KVA
RACCORDEMENT DES CABLES

SOUS_SOL

PLAN N°3

Etudié par:
SNP AISSA BEN-EL-HOCINE
SADOK MAHAMED

Vérifié par:
A. PH. GALLO

PROJET DE FIN D'ETUDES

RACCORDEMENT DU REDRESSEUR 30KVA

PLAN N°4

Elaboré par
M. ALI BOUENHOCHE
M. MOHAMED

Verifié par
M. PH. GALLO

CELLULE N°8

CELLULE N°9

CELLULE N°10

