

MPS/PO/Note/68-3/Rev. 2
25.7.1969

INSTRUCTIONS D'EXPLOITATION

DE LA NOUVELLE ALIMENTATION DU P.S.

O. Bayard

Edition de juillet 1969

remplace et annule l'édition précédente

Distribution :

Personnel de la Section "Alimentation de l'Aimant du PS" du Groupe PO

PS/6790

S O M M A I R E

- I. INSTRUCTIONS DE MISE EN SERVICE DE L'ALIMENTATION DE L'AIMANT
 1. Opérations préliminaires
 2. Séquence d'enclenchement de routine

- II. CHANGEMENTS DE PROGRAMMES OU ARRETS PARTIELS
 - A. Cas d'un changement de tension ou de stations de conversion
 - B. Cas d'une modification du cadencement
 - C. Cas où l'on désire laisser pénétrer quelqu'un dans l'anneau, la salle des mutateurs ou les filtres

- III. ARRET GENERAL DE L'ALIMENTATION DE L'AIMANT
 1. Séquence de routine
 2. Arrêt général de longue durée

- IV. DECLENCHEMENTS SUR DEFAUTS

- V. ARRET D'URGENCE ET VERROUILLAGE DES PORTES

- VI. DECLENCHEMENT MANUEL EN CAS DE DEFAUTS

- VII. AJUSTAGE DU CADENCEMENT, DE LA TENSION ET DU CHAMP DE L'AIMANT
 - A. Description du synchronisateur
 - B. Ajustage du cadencement
 - C. Modification des connexions pour l'obtention de programmes standards et spéciaux
 1. Cycle avec injection normale avec une station
 2. Cycle sans injection
 3. Cycle avec injection avec deux stations
 4. Obtention d'un palier permanent
 - D. Ajustage de la tension de l'aimant
 1. Possibilités de réglage
 2. Tensions nominales de référence
 3. Obtention des cycles standards
 - E. Ajustage du champ magnétique

(ajoutée le 14.7.1969)

VIII. CALIBRAGE DES MESURES SUR L'OSCILLOSCOPE

IX. SURVEILLANCE DE L'INSTALLATION

APPENDICE I : Tableaux donnant les temps de répétition

APPENDICE II : Méthode simplifiée pour calculer le courant
d'un cycle

(page ajoutée le 14.7.1969)

I. INSTRUCTIONS DE MISE EN SERVICE DE L'ALIMENTATION DE L'AIMANT

lère partie : OPERATIONS PRELIMINAIRES

1. Enclenchement des tensions de contrôle

110 V = et 220 V, 50 Hz

- a) Contrôler que le disjoncteur (E7 e1) des tensions de protection est déclenché
- b) Enclencher l'interrupteur d'alimentation 110 V =
- c) Enclencher 2 interrupteurs des tensions de contrôle 220 V - UA, VA (a 4.1) et UE, VE (a 4.2)
- d) Enclencher 2 interrupteurs des tensions de contrôle 220 V des auxiliaires des mutateurs B et C, (BA21 a4) et (CA21 a4)

Situation

Tableau 5

Tableau 38 bas

Tableau 37 milieu

Tableau 37 bas

2. Enclenchement des tensions 380 V

pour l'alimentation des services auxiliaires

- a) Enclencher distribution 380 V pour les auxiliaires de l'excitation (AB12 a1) et du régulateur de puissance (AA32, a1)
- b) Enclencher distribution 380 V pour les auxiliaires des mutateurs B (BA21 a1)
- c) Enclencher distribution 380 V pour les auxiliaires des mutateurs C (CA21 a1)
- d) Enclencher distribution 380 V pour les auxiliaires du groupe (AD1 a0)
- e) Enclencher les 2 disjoncteurs 380 V alimentant les ventilateurs (a1/1) et l'électronique (a 1/2) dans les armoires CERN 17 à 22
- f) Enclencher alimentation 380 V pour commande de grilles BBC (A4.5)

Tableau 34 haut

Tableau 34 milieu

Tableau 35 milieu

Tableau 35 haut

Tableau 35 bas

Tableau 36 haut

3. Enclencher disjoncteur des tensions
de protection (E7 e1) Situation
Tableau 5

Acquitter le relais klaxon, puis toutes les signalisations de défauts existantes.

4. Enclenchement des auxiliaires des mutateurs

a) Enclencher sur la position "Auxiliaires En" les commutateurs de sélection montés sur les portes, c'est-à-dire :

(BA21 b2) pour mutateurs B

Tableau 24
sur porte

(CA21 b2) pour mutateurs C

Tableau 27
sur porte

Note importante :

Les deux commutateurs ont 4 positions :

- 0 correspondant au déclenchement général des stations,
- 1 "chauffage anode" correspondant au maintien en service du chauffage des anodes,
- 1+2 "mutateurs prêts" correspondant au maintien en service du chauffage des anodes et de l'excitation des mutateurs,
- 1+2+3 "auxiliaires en" correspondant à la préselection des auxiliaires, et permettant, selon la préselection effectuée, d'enclencher simultanément à partir du tableau de commande centrale les auxiliaires d'une station, de l'autre ou des deux.

La position normale du commutateur est donc 1+2+3 . On le ramène à la position 1+2 seulement si l'on désire maintenir une station hors service, quand l'autre est en service. On ne doit, sauf en cas de réparations, jamais mettre le commutateur sur la position 0 ou 1.

<p>b) Enclencher les disjoncteurs des réchauffeurs</p> <p>(BA22 e20) pour station B (CA22 e20) pour station C</p> <p>c) Enclenchement général des auxiliaires par action sur le commutateur tournant "Aux. mutateurs" monté sur le tableau de commande centrale</p>	<p><u>Situation</u></p> <p>Tableau 24 haut Tableau 27 haut</p> <p>Tableau de commande centrale (à gauche du schéma synoptique)</p>
<p>5. <u>Ouvrir la distribution d'eau brute.</u></p> <p>Commande de la vanne motorisée par commutateur (débit normal = 85 m³/h)</p>	<p>Tableau 22 bas</p>
<p>6. Enclencher les auxiliaires du groupe par action sur le commutateur tournant "Aux. convertisseur" monté sur le tableau de commande centrale.</p> <p>Une durée de 5 minutes est nécessaire pour remplir le réservoir d'huile supérieur au moyen de deux électropompes. Pendant ce temps les vérifications prévues sous 7. seront effectuées.</p>	<p>Tableau de commande centrale</p> <p>Panneau de gauche</p>
<p>7. <u>Vérifications</u></p> <p>a) Embrocher les disjoncteurs 18 kV du moteur et de l'excitation</p> <p>b) Réservoir d'air comprimé (haute pression, basse pression, purger l'eau)</p> <p>c) Niveau d'eau dans vases d'expansion, pression d'eau à l'entrée des mutateurs (max = 1,8 atm)</p> <p>d) Fermer toutes les portes (cellules moteur et générateur, cellules transfo, bâtiment filtres Siemens, salle filtre BBC)</p> <p>e) Enclencher la ventilation de la salle des filtres BBC (filtre d'excitation)</p>	<p>Sous-station 18 kV</p> <p>Près rhéostat de démarrage</p> <p>Salle des mutateurs</p> <p>Salle filtre BBC</p>

<p>8. <u>Contrôle de l'état du tableau synoptique</u></p> <p>Tous les appareils de coupure doivent être signalés en position ouverte, sauf :</p> <ul style="list-style-type: none">- l'interrupteur du rhéostat de démarrage- l'un des deux interrupteurs d'excitation (Après un arrêt normal, l'interrupteur principal d'excitation doit être enclenché, et l'inverseur de polarité en série avec la résistance déclenché. Après un arrêt avec désexcitation rapide, la position de ces deux appareils est inversée).- Le rhéostat de démarrage doit être à la position de résistance maximum (lampe du bas allumée)	<p>Tableau synoptique</p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p>
<p>9. <u>Contrôle des signalisations lumineuses des défauts</u></p> <p>Vérifier que toutes ces signalisations sont éteintes, à l'exception de :</p> <ul style="list-style-type: none">- Niveau de protection 3- Fin de course vanne by-pass- Position sectionneurs filtre non concordante- Pression bobine trop basse	<p>Ensemble des tableaux</p>
<p>10. <u>Contrôle de la position des commutateurs d'essai</u></p> <p>Mettre les commutateurs suivants sur la position : service normal.</p> <ul style="list-style-type: none">a) Commutateur d'essai du régulateur de puissance (onduleur) (AA31 b1)b) Commutateurs d'essai de l'excitation de l'alternateur (AA11 b2) et des pompes HP (AD1 b8)	<p>Tableau 5</p> <p>Tableau 7</p>

	<u>Situation</u>
c) Commutateur d'essai des commandes de grilles, ou de la mise sous tension de l'alternateur isolé du reste de l'installation (DB12 b6)	Tableau 23
d) Mettre potentiomètre AA21 r3 limitant le courant de démarrage dans la position $I_A = 1,0 I_n$	Tableau 6
Quand ces conditions sont remplies, sur la chaîne de signalisation lumineuse des verrouillages, le voyant EN ESSAI est éteint.	Tableau synoptique

FIN DES TRAVAUX PREPARATOIRES

=====

./..

2ème partie : SEQUENCE D'ENCLENCHEMENT DE ROUTINE

(MISE EN SERVICE EFFECTIVE DE L'INSTALLATION)

<p>11. Demander l'autorisation d'enclencher à la centrale de distribution SB</p>	<p>SB : Tél. 2201</p>
<p>12. <u>Enclencher le disjoncteur 18 kV du moteur</u> (vers M (M pour Marche))</p> <p>Cette opération entraîne <u>automatiquement</u> :</p> <ul style="list-style-type: none">- l'enclenchement des pompes à huile HP- 1,5 minutes après, la fermeture du disjoncteur 18 kV, et la mise en vitesse du groupe.	<p>Tableau synoptique</p>
<p>13. <u>Séquence automatique</u></p> <p>La séquence précédente continue si le commutateur de sélection (<u>AA37 b2</u>) dans le tableau 5 est sur la position automatique. On a alors la suite de la séquence :</p> <ul style="list-style-type: none">- Une fois la vitesse nominale atteinte, l'onduleur est mis en service. <p><u>Séquence manuelle</u></p> <p>Sur la position manuelle il faut effectuer les opérations manuelles suivantes une fois la vitesse de 1000 tr/min atteinte (glissement = 0) :</p> <ul style="list-style-type: none">- Enclencher le disjoncteur alimentant le transformateur de l'onduleur,- puis enclencher l'interrupteur fermant l'onduleur sur le rotor du moteur	<p>Tableau 5</p> <p>Tableau synoptique</p> <p>Tableau synoptique</p>

D'elle même alors la régulation de puissance sera mise en service, et la vitesse du groupe sera portée à 3,2 % au-dessus du synchronisme

Remarque :

Si, en séquence automatique, à la suite d'un défaut, l'onduleur a été déclenché, on doit, pour réenclencher, passer en séquence manuelle au moyen du commutateur de sélection du mode de démarrage (AA37 b2) mis sur position manuelle.

Tableau 5

On effectue alors la séquence d'enclenchement précédemment décrite.

14. Enclencher le refroidissement de l'aimant principal :

- Arrêter la pompe 3
- Fermer la vanne à fermeture rapide
- Démarrer la pompe 1 ou 2
- Ouvrir la vanne à fermeture rapide
- Acquitter les défauts sur tableau 23

Tableau 22

Tableau 23

15. Enclencher le disjoncteur 18 kV d'excitation

Tableau synoptique

- L'interrupteur du transformateur à gradins doit s'enclencher automatiquement en même temps,
- Après un déclenchement avec désexcitation rapide, le disjoncteur de champ doit s'enclencher et l'inverseur de polarité en série avec la résistance doit se déclencher automatiquement.

Nota : Avant d'exciter l'alternateur, vérifier que la ventilation de la salle du filtre d'excitation (ancien filtre BBC) est en service.

16. Sélection des stations de conversion

Opérer la sélection à partir du clavier à touches monté sur le tableau synoptique.

La station I correspond à la station B,
La station II correspond à la station C.

Pour changer de station, on doit d'abord appuyer sur la touche O.

Remarque 1 :

Après chaque changement, on doit attendre 5 secondes avant d'effectuer un autre changement.

Le symbole lumineux du transfo à gradins n'est allumé que lorsque ce dernier a atteint la position correspondant à la (ou les) station(s) sélectionnée(s), ce qui introduit un temps d'attente avant tout autre opération.

Remarque 2 : Essai à vide de l'alternateur

Pour essayer l'alternateur à vide, celui-ci étant déconnecté des stations de conversion, on procède de la façon suivante :

- Sélectionner sur la clavier à touches la station B (I) ou C (II) 5,5 kV,
- puis appuyer de nouveau sur la touche O (le transfo à gradins doit se trouver dans la position de réglage supérieure),
- puis mettre le commutateur d'essai de l'alternateur et des commandes de grilles (DB12 b6) sur la position essai,
- puis enclencher le commutateur d'excitation, mettant en service le régulateur d'excitation. L'alternateur sera alors excité de façon à donner la tension de service la plus élevée.

Tableau synoptique

Tableau synoptique

Tableau 23

Tableau synoptique

17. Chauffage des mutateurs en court-circuit

a) Sélectionner, comme cela est prévu sous 16, les stations à chauffer, la tension choisie étant sans importance,

b) Chauffage des mutateurs principaux : pour cela, tourner vers la droite le commutateur de chauffage placé sur le tableau synoptique juste au-dessous du clavier à touches (DA2 r19),

Tableau synoptique

b') Chauffage des mutateurs de by-pass : pour cela, tourner vers la gauche le commutateur précédent (DA2 r19)

Tableau synoptique

Note importante 1 :

Lors de la sélection des stations, pour chauffer le mutateur de by-pass C, il faut enclencher la station B; pour le mutateur B, il faut enclencher la station C.

Note importante 2 :

Avant d'enclencher le chauffage en court-circuit, la température des cuves des mutateurs doit être de 35°. L'alarme "température trop basse" doit être éteinte.

Tableaux 24 et 27

c) Puis, enclencher le disjoncteur 6 kV de l'alternateur,

Tableau synoptique

d) Puis, exciter lentement l'alternateur au moyen du potentiomètre (DA2 r11) situé en bas du tableau synoptique, de façon à régler le courant de chauffage pendant les 7 premières minutes à 1 kA, et les 7 minutes suivantes à 2 kA (valeurs mesurées aux primaires des transfo B et C). On ne doit pas dépasser 4 kA dans l'alternateur.

Ce courant est réduit à 600 A lors du chauffage des mutateurs de by-pass.

Note 3 :

En cas de défaut n'entraînant pas de disjonction du circuit de l'alternateur (par exemple "défaut onduleur"), on peut reprendre l'opération de chauffage en ramenant le potentiomètre à zéro, puis en réexcitant lentement.

18. Arrêt chauffage mutateurs

Les mutateurs sont chauffés à peu près en 15 minutes. On peut arrêter le chauffage quand le signal d'alarme lumineux "vannes de by-pass en fin de course" est éteint.

On procède alors comme suit :

- a) On ramène lentement à zéro le potentiomètre d'excitation DA2 r11,
- b) On déclenche le disjoncteur de l'alternateur,
- c) On ramène à la position médiane 0 le commutateur de chauffage DA2 b19,

Tableaux 24 et 27

Tableau synoptique

Tableau synoptique

Tableau synoptique

19. Sélectionner sur le clavier à touches les

stations prévues au programme, dans le cas où la sélection effectuée pour le chauffage ne correspondrait pas (voir 16.).

Tableau synoptique

20. Mise en état des circuits du filtre

- a) Ouvrir les sélectionneurs de mise à la terre des condensateurs et fermer les sectionneurs d'entrée du filtre correspondant à la station sélectionnée,
- b) Fermer le sectionneur de terre de l'aimant correspondant à la station sélectionnée. Pour deux stations en service, fermer le sectionneur B,
- c) Fermer les sectionneurs d'isolement de l'aimant. Cette opération faite, il y a lieu, chaque fois que l'on veut mettre l'aimant sous tension, de demander l'autorisation au MCR.
- d) Acquitter défauts sur tableau 23.

Bâtiment filtre

Filtre
1er étage

Tableau 23

<p>21. <u>Commuter le générateur d'impulsions</u> <u>300 Hz de réseau sur générateur</u></p>	<p>Tableau 17</p>												
<p>22. <u>Enclencher le disjoncteur de l'alternateur</u></p>	<p>Tableau synoptique</p>												
<p>23. <u>Ajuster le cycle désiré sur le synchronisateur</u> (voir chapitre VII "Cadencement")</p>	<p>Tableau 18</p>												
<p>24. <u>Enclencher l'excitation au moyen du commutateur</u> <u>marqué "excitation" situé sur le tableau</u> synoptique,</p> <p>Vérifier la concordance des tensions entre la tension de l'alternateur et le programme choisi.</p> <table data-bbox="300 1339 1038 1615"> <thead> <tr> <th><u>Programme choisi</u></th> <th><u>Tension alternateur</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I + II 11 kV =</td> <td>5,5 kV ~</td> </tr> <tr> <td>I + II 5,5 kV =</td> <td>2,75 kV ~</td> </tr> <tr> <td>I + II 3 kV =</td> <td>1,50 kV ~</td> </tr> <tr> <td>I ou II 5,5 kV =</td> <td>5,35 kV ~</td> </tr> <tr> <td>I ou II 3 kV =</td> <td>2,95 kV ~</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Programme choisi</u>	<u>Tension alternateur</u>	I + II 11 kV =	5,5 kV ~	I + II 5,5 kV =	2,75 kV ~	I + II 3 kV =	1,50 kV ~	I ou II 5,5 kV =	5,35 kV ~	I ou II 3 kV =	2,95 kV ~	<p>Tableau synoptique</p>
<u>Programme choisi</u>	<u>Tension alternateur</u>												
I + II 11 kV =	5,5 kV ~												
I + II 5,5 kV =	2,75 kV ~												
I + II 3 kV =	1,50 kV ~												
I ou II 5,5 kV =	5,35 kV ~												
I ou II 3 kV =	2,95 kV ~												
<p>25. Le schéma lumineux de verrouillage sur le tableau synoptique doit être entièrement éteint, sauf protection 2 et interdiction de pulser.</p>	<p>Tableau synoptique</p>												

<p>26. Vérifier que le glissement du moteur est maximum ($g = -3\%$ à $-3,5\%$) et que la sortie du potentiomètre de référence U 1547 marque 100%.</p> <p>On ne doit plus mettre en court-circuit l'intégrateur (bornes 13 et 15 de U 1546.). Cette opération est maintenant automatique.</p>	<p>Tableau 21</p>
<p>27. Appuyer sur le bouton "autorisation de pulser", attendre la fin du délai, et quand le schéma lumineux de verrouillage est entièrement éteint, pulser.</p>	<p>Tableau 21</p>
<p>L'opération suivante est maintenant automatique :</p>	
<p>28. Quand les signaux de correction et Δn sont à 0 sur les instruments de mesure de U 1546, supprimer le court-circuit établi en position 26.</p>	<p>Tableau 21</p>
<p>29. Ajuster la vitesse moyenne au moyen du compteur U 1535 de façon à placer le palier dans la zone de glissement comprise entre $+1\%$ et $+2\%$ ($+1,5\%$ correspond à la fréquence de calage des résonances). L'extrémité du palier correspond au glissement maximum</p> <p>Un temps de 100 ms affiché sur le compteur U 1535 correspond à la vitesse de synchronisme, un temps affiché inférieur à 100 ms correspond à une vitesse plus rapide, un temps affiché supérieur correspond à une vitesse plus lente.</p>	<p>Tableau 21</p>

./..

modifiée le 6.5.1969

II. CHANGEMENTS DE PROGRAMMES ou ARRETS PARTIELS

A. Cas d'un changement de tension
ou de stations de conversion

	<u>Situation</u>
1. Arrêter les impulsions	Tableau 21
2. Déclencher l'excitation avec commutateur marqué "excitation"	Tableau synoptique
3. Déclencher le disjoncteur de l'alternateur	" "
4. Annuler la sélection précédente en appuyant sur la touche 0 du clavier à touches, puis attendre 5 secondes, et appuyer sur la touche correspondant à la station désirée, puis fixer le nouveau cycle sur le synchronisateur	" " Tableau 18
5. Modifier la position des sectionneurs des filtres s'il y a lieu (voir I, 20)	Filtres
6. Enclencher le disjoncteur de l'alternateur	Tableau synoptique
7. Enclencher l'excitation	" "
8. Attendre retour à la position maximum du potentiomètre de référence	Tableau 21
9. Appuyer sur "autorisation de pulser" (voir I, 27), puis pulser	Tableau 21
10. Ajuster la vitesse moyenne (voir I, 29)	Tableau 21

./..

modifiée le 6.5.1969

<u>B. Cas d'une modification du cadencement</u>	<u>Situation</u>
1. Arrêter les impulsions	Tableau 21
2. Arrêter l'excitation	Tableau synoptique
3. Changer le programme sur le synchronisateur	Tableau 18
4. Enclencher l'excitation	Tableau synoptique
5. Attendre retour au maximum du potentiomètre de référence	Tableau 21
6. Pulser	Tableau 21
7. Régler la vitesse moyenne sur U 1535 de façon à obtenir un bon filtrage (voir I, 29)	Tableau 21

<u>C. Cas où l'on désire laisser pénétrer quelqu'un dans l'anneau, la salle des mutateurs ou les filtres</u>	
1. Arrêter les impulsions	Tableau 21
2. Déclencher l'excitation	Tableau synoptique
3. Déclencher le disjoncteur de l'alternateur	" "
4. Mettre le commutateur de chauffage sur la position "chauffage général", ce qui a pour résultat de fermer les courts-circuiteurs de l'aimant	" "
5. Pour un arrêt supérieur à 10 minutes, chauffer les mutateurs avec 1,5 kA par station.	

Pour réenclencher, on procède à rebours, comme après une opération normale de chauffage.

Remarque : Si l'on désire isoler les stations de conversion tout en maintenant les courts-circuiteurs enclenchés, il suffit, après l'opération 4, d'appuyer sur la touche 0.

III. ARRET GENERAL DE L'ALIMENTATION DE L'AIMANT

1ère partie : SEQUENCE DE ROUTINE

	<u>Situation</u>
1. Arrêter les impulsions	Tableau 21
2. Déclencher l'excitation par action sur le commutateur "excitation"	Tableau synoptique
3. Déclencher le disjoncteur 6 kV de l'alternateur	" "
4. Déclencher le disjoncteur 18 kV d'excitation (l'opération s'effectue après un délai de 2,5 secondes)	" "
5. Déclencher le disjoncteur 18 kV du moteur	" "
<p>Cette opération entraîne automatiquement l'arrêt du moteur avec freinage sur le réseau en 3,5 minutes. Le courant de freinage est de 455 A au stator du moteur. Le freinage peut être interrompu ou rétabli à volonté en agissant sur le commutateur "freinage" monté sur le tableau synoptique.</p> <p>Remarque : En cas de manque de tension du réseau, le freinage est effectué ou poursuivi sur une batterie 60 V. Après un freinage sur batterie, celle-ci doit être rechargée en agissant sur le "commutateur de charge horaire" (charge forte) du redresseur de freinage. La batterie ne doit jamais dégazer. Dès le début du dégazage la charge forte doit aussitôt être interrompue.</p>	" "
6. Dès que la vitesse atteint 0, le freinage est automatiquement interrompu, et le rhéostat est ramené automatiquement dans la position initiale de démarrage (résistance maximum, lampe du bas allumée). On peut alors déclencher les "auxiliaires du groupe".	Redresseur de freinage à côté des cellules moteur Tableau de commande centrale

7. Déclencher les interrupteurs alimentant les stations de conversion par action sur la touche 0 du clavier à touches	Tableau synoptique
8. Contrôler l'état du tableau synoptique qui doit alors se trouver dans l'état décrit sous I, 8,	" "
9. Refroidir les mutateurs jusqu'à 20° C. Pour cela : - Arrêter le chauffage des mutateurs (interruption de la régulation de température) en déclenchant les disjoncteurs BA22 e20 (station B) CA22 e20 (station C) - puis admettre le maximum d'eau de refroidissement en ouvrant à fond la vanne de régulation par action sur les commutateurs "Eau Refr." tournés sur la position "croit" BA22 b1 (station B) CA22 b1 (station C) La température des mutateurs ne doit pas remonter après l'arrêt du refroidissement, qui dure à peu près 1/2 heure	Dans panneau 24 en haut Dans panneau 27 en haut Sur porte tableau 24 Sur porte tableau 27
10. Arrêter le refroidissement en fermant la vanne d'arrivée d'eau brute. Commutateur "vanne motorisée" sur U 210 en position fermée. La fermeture de la vanne dure 2 min 40 s. La vanne est entièrement fermée quand le voyant rouge est allumé. Ne pas déclencher l'alimentation des tableaux 17 à 22 avant ce moment.	Tableau 22
11. Couper le refroidissement de l'aimant principal. - Déclencher pompe 1 ou 2 - Enclencher pompe 3	Tableau 22

<p>12. Déclencher les auxiliaires des mutateurs en tournant vers A le commutateur "Aux. mutateurs", puis arrêter les pompes en tournant les commutateurs A21 b2 sur la position "redresseurs prêts".</p>	<p>Tableau de commande centrale</p> <p>Sur porte des panneaux 24 et 27</p>
<p>13. Arrêter la ventilation du filtre de l'excitation</p>	<p>Salle de l'ancien filtre BBC</p>

ICI SE TERMINE L'ARRET DE ROUTINE DE
L'ALIMENTATION POUR UNE PERIODE DE
COURTE DUREE OU L'ON NE DESIRE PAS
METTRE LES TABLEAUX HORS TENSION.

2ème partie : ARRET GENERAL DE LONGUE DUREE

(suite de la séquence de routine
décrite en première partie)

Un arrêt général de longue durée est un arrêt où il n'y a pas de personnel de surveillance en permanence dans la salle de contrôle, (par exemple l'arrêt de 3 jours entre chaque "run").

On doit alors mettre hors tension les tableaux de commande, sans toutefois couper les tensions de commande 220 V et 380 V des auxiliaires des mutateurs.

On procède alors comme suit :

	<u>Situation</u>
13. Déclencher le disjoncteur des tensions de protection E7 et dans	Panneau 5
14. Déclencher sur le tableau de distribution BT 380 V les appareils suivants :	
- Auxiliaires excitation AB12 al	Tableau 34
- Auxiliaires régulation de puissance AA32 al	Tableau 34
- Auxiliaires groupe AD1 a0	Tableau 35
- 2 alimentations tableaux de contrôle 17 à 22 a 1/1 et a 1/2	Tableau 35
- Alimentation 380 V commande de grilles BBC, a 4.5	Tableau 36 haut

(modifiée le 14.7.1969)

	<u>Situation</u>
15. Déclencher sur les tableaux de distribution 220 V et 110 V = les appareils suivants :	
- Déclencher l'alimentation 110 V =	Tableau 38 bas
- Déclencher les 2 interrupteurs de tension de contrôle 220 V - UA, VA (a4.1) et UE, VE (a4.2)	Tableau 37 milieu
Puis arrêter la sonnette en appuyant sur le bouton "arrêt sonnette"	Panneau 37 en bas

ICI S'ARRETE LES OPERATIONS DE DECLENCHEMENT

NECESSAIRES AVANT UN ARRET DE LONGUE DUREE.

Remarque 1 :

On ne déclenche les auxiliaires des mutateurs 380 V et 220 V que lorsque l'on désire effectuer une réparation sur les mutateurs.
On déclenche alors les appareils

BA21 a1 Auxiliaires mutateurs B	Panneau 34
CA21 a1 Auxiliaires mutateurs C	Panneau 35
BA21 a4 Tension contrôle mutateurs B	Panneau 37 bas
CA21 a4 Tension contrôle mutateurs C	Panneau 37 bas

Remarque 2 :

La séquence de déclenchement 13 à 15 n'assure pas la mise hors tension des tableaux des auxiliaires des mutateurs (tableau 24 et 27). Pour y parvenir, on doit déclencher l'alimentation 380 V secours.

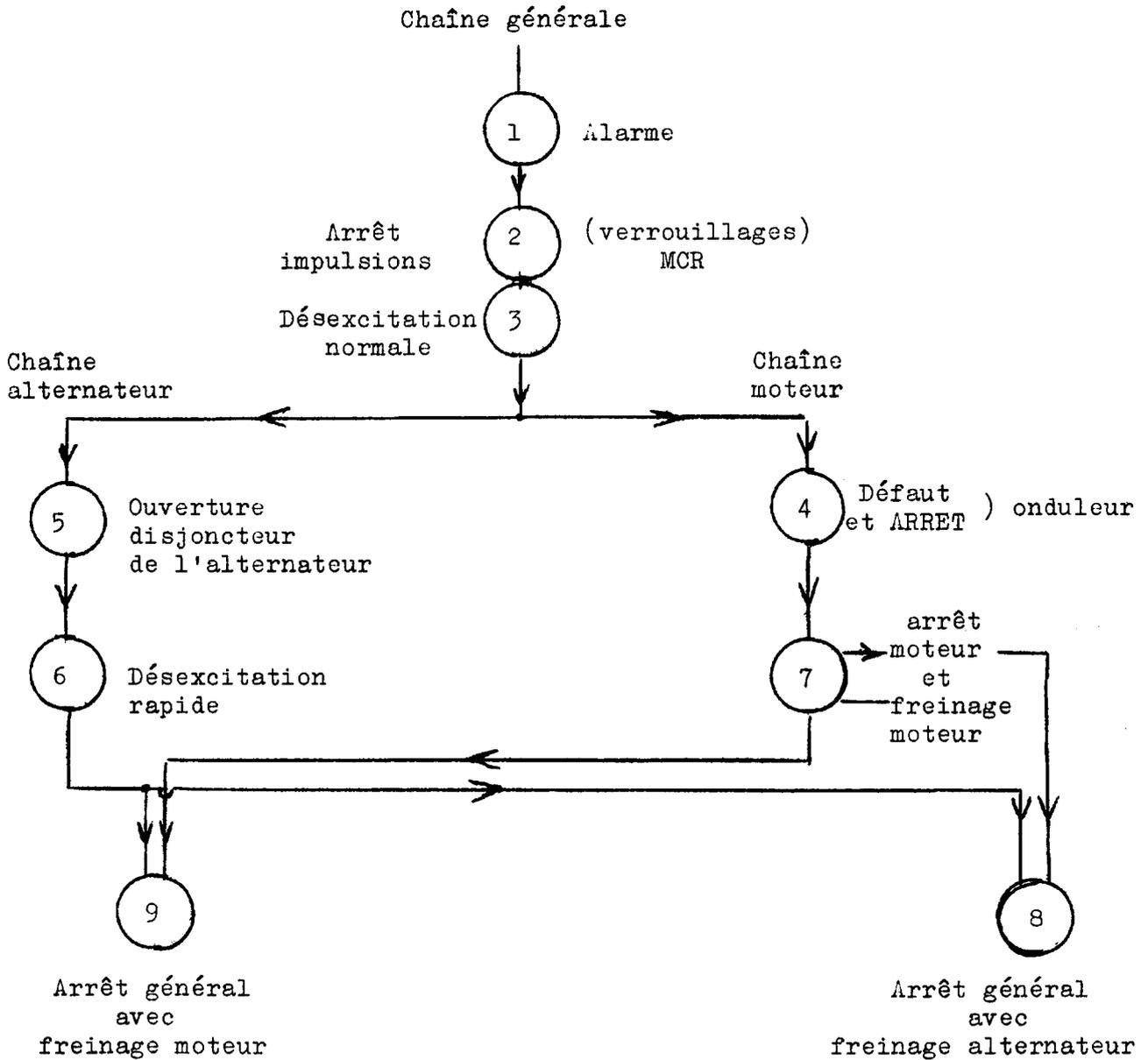
Tableau SB
sous-sol salle
des machines

IV. DECLENCHEMENTS SUR DEFAUTS

Il existe au total 8 niveaux différents de protection.
Ce sont les niveaux :

1. donnant une simple alarme lumineuse et acoustique,
2. et 3. donnant un arrêt des impulsions et entraînant la désexcitation de l'alternateur,
4. entraînant la mise hors service de l'onduleur et de la régulation de puissance, par suite de défauts internes de cette partie de l'alimentation,
5. entraînant la fermeture des mutateurs de by-pass et simultanément la fermeture des courts-circuiteurs mécaniques, et l'ouverture du disjoncteur 6 kV de l'alternateur,
6. entraînant la désexcitation rapide de l'alternateur, avec ouverture du disjoncteur de champ, fermeture de l'inverseur de polarité, et 10 secondes après ouverture du disjoncteur 18 kV d'excitation,
7. entraînant l'arrêt du moteur, avec freinage sur ce dernier,
8. entraînant le déclenchement général de l'installation, avec freinage sur l'alternateur,
9. entraînant le déclenchement général de l'installation avec freinage sur le moteur.

Un déclenchement par un niveau de protection donné entraîne automatiquement les opérations commandées par les niveaux qui le précèdent sur le schéma séquentiel suivant :



Remarque 1

Après un arrêt sur défaut entraînant un freinage du moteur (niveau 7 ou 9), le freinage ne peut être interrompu. On ne peut acquitter le défaut que lorsque le groupe est tout à fait arrêté.

Remarque 2

Le niveau de protection 8. entraîne un déclenchement général avec freinage sur l'alternateur. Le courant de freinage est de 4025 A. Le freinage dure 17 minutes. Dès que la vitesse est inférieure à 200 tours/minute, la protection différentielle devient inutilisable, ce qui est signalé par une alarme lumineuse.

Dès que le groupe est arrêté, l'excitation de l'alternateur est automatiquement ramenée à zéro, le disjoncteur 18 kV d'excitation et le disjoncteur 6 kV de l'alternateur sont automatiquement déclenchés. On acquitte le défaut "niveau de protection 8" en appuyant sur le bouton de quittance du tableau 6, et on déclenche l'interrupteur 6 kV de freinage en appuyant sur la touche 0 du clavier à touches du tableau synoptique. L'indicateur optique du relais de protection différentielle de l'alternateur (tableau 4) doit être acquitté en appuyant sur le bouton situé sur le côté gauche du relais.

V. ARRET D'URGENCE et VERROUILLAGE DES PORTES

Il y a trois circuits d'arrêt d'urgence :

1. Un circuit protégeant l'alternateur et les circuits électriques partant de l'alternateur, qui entraîne un déclenchement général de l'installation avec freinage sur le moteur (niveau de protection 9, voir IV.).

Deux boutons d'arrêt d'urgence, repérés par une étiquette rouge marquée "arrêt d'urgence convertisseur, freinage moteur", montés près de l'alternateur au sous-sol et au rez-de-chaussée de la salle des machines, ainsi que le bouton rouge monté sur le tableau de commande centrale permettent d'actionner cette protection.

2. Un circuit protégeant le moteur et les circuits l'alimentant, qui entraîne un déclenchement général de l'installation avec freinage sur l'alternateur (niveau de protection 8, voir IV). Deux boutons marqués "arrêt d'urgence convertisseur, freinage alternateur" sont montés à cet effet près du moteur, au rez-de-chaussée et au sous-sol de la salle des machines.

Ces boutons ne doivent être actionnés qu'en cas de défauts caractérisés du moteur, car le freinage sur l'alternateur est très lent (17 minutes).

3. Un circuit protégeant les circuits de distribution courant continu (salle des mutateurs, bâtiment des filtres). Ce circuit, commandé par des boutons marqués "arrêt d'urgence alimentation aimant", entraîne un déclenchement général de l'alimentation courant continu, avec désexcitation de l'alternateur, et ouverture du disjoncteur de l'alternateur (niveau de protection 5, voir IV).

Ces boutons sont disposés :

- un dans la salle des mutateurs,
- un à chaque étage du bâtiment du filtre
(au total : 3)

4. Circuit de verrouillage des portes.

L'ouverture des portes citées ci-après est surveillée par un contact :

- porte grillagée donnant accès à la salle des mutateurs,
- porte d'accès à la salle des circuits résonants dans le bâtiment des filtres (1er étage),
- porte d'accès à la salle des sectionneurs d'isolement de l'aimant (bâtiment des filtres, 1er étage),
- porte d'accès grillagée donnant dans l'enclos des résistances d'amortissement (toiture bâtiment filtres).

L'ouverture inopinée d'une de ces portes, quand l'alimentation est en service, entraîne le déclenchement général de la partie courant continu de l'alimentation (désexcitation de l'alternateur, et ouverture du disjoncteur de l'alternateur, niveau de protection 5, voir IV)

Un bouton placé au voisinage de la porte permet, quand on le maintient enfoncé, de consigner le verrouillage de la porte, et autorise son ouverture. Quand la porte est refermée, on peut relâcher le bouton de consignation. Cette manoeuvre rend nécessaire la présence de deux personnes, l'une pour entrer dans le local sous tension, l'autre pour consigner le verrouillage et surveiller la première personne. La même manoeuvre doit être effectuée à la sortie.

INSTRUCTIONS TRES IMPORTANTES :

Note 1 : IL EST STRICTEMENT INTERDIT AUX OPERATEURS, SAUF S'ILS EN ONT RECU L'INSTRUCTION FORMELLE DE L'INGENIEUR DE SERVICE, DE PENETRER DANS CES LOCAUX SOUS TENSION, DONC DE PROFITER DE LA POSSIBILITE DE CONSIGNER LE VERROUILLAGE DES PORTES.

Note 2 : Les arrêts d'urgence et le verrouillage des portes dans le bâtiment du filtre entraînent aussi le déclenchement des impulsions de la machine BBC. A la date de parution de ces notes de service, ce verrouillage ne sera pas encore connecté.

VI. DECLENCHEMENT MANUEL EN CAS DE DEFAUTS

T R E S I M P O R T A N T :

Dans le cas où une des tensions de protection viendrait à manquer, les opérateurs alertés par le signal d'alarme correspondant, doivent effectuer immédiatement les opérations de déclenchement manuel mentionnées ci-dessous :

A l a r m e	sur tableau	Opérations
1. manque tension des protections E 7. Disjoncteur d'alimentation circuit des protections E 7 hors.	Tableau de commande centrale "	Déclenchement général
2. manque tension de protection moteur : soit l'alarme : Manque tension protection 6 kV	Tableau 6 "	de l'installation
3. fusibles HT bobine de terre moteur hors	"	
4. Manque de tension de protection alternateur : soit : Disjoncteur a712 Tension de protection hors	Tableau 7 "	Désexciter l'alternateur, y compris l'ouverture du disjoncteur 18 kV d'excitation.
5. Fusibles HT bobine de terre alternateur hors	"	

VII. AJUSTAGE DU CADENCEMENT DE LA TENSION ET DU CHAMP DE L'AIMANT

VII. A. Description du synchronisateur

Le nouveau synchronisateur comporte essentiellement les organes suivants :

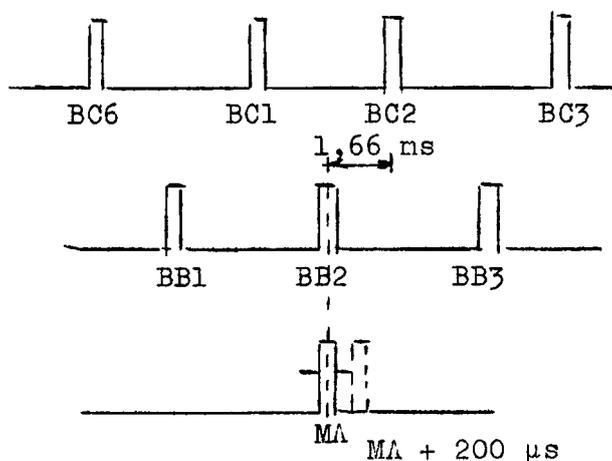
1. Un générateur d'impulsions 300 Hz monté en bout d'arbre de l'alternateur. Cette source est déclenchée automatiquement quand la vitesse du groupe tombe de 5 ‰. La fourniture d'impulsions 300 Hz est alors assurée automatiquement par un oscillateur lié au réseau (U 1543 sur panneau 17). A chaque démarrage il ne faut donc pas oublier de commuter la source d'impulsions 300 Hz du réseau sur le convertisseur.
2. Le dispositif de comptage monté sur le panneau 18. Il comporte un compteur de base U 1539, sur lequel on affiche le temps de répétition désiré, et six compteurs auxiliaires U 1535 connectés en cascade, sur lesquels on affiche la durée des différentes montées et paliers et un compteur supplémentaire U 1535 pour l'injection. Sur le compteur U 1539 est monté, à droite, un commutateur permettant de multiplier par 1, 2 ou 3 la fréquence des impulsions de commande du Linac.
3. Le commutateur électronique (U 1537 et U 1538) monté sur le panneau 19. A partir des impulsions de référence M30, MI, MA, MB, MC, MD, ME, MF, délivrées par les compteurs, le commutateur électronique programme la tension de commande de grilles des mutateurs B et C, et par suite la tension de l'aimant. Cette tension de commande est lisible sur l'oscilloscope en appuyant sur la touche CE2 (sortie avec injection). CE1 (sortie sans injection) n'est plus utilisée avec la commande de grilles BBC.

./..

modifiée le 14. 7.1969

Sur le commutateur électronique U 1537, on a ajouté sur la face avant 6 petits commutateurs blancs. Ces commutateurs permettent de retarder de 200 μ s l'apparition des impulsions standards MA, MB, MC, MD, ME, MF, à l'entrée des circuits du commutateur électronique. Chaque commutateur en position basse permet de retarder l'impulsion inscrite directement à sa gauche. En position haute, le délai est supprimé. L'intérêt de ces commutateurs est le suivant : les impulsions standards MA, MB ... MF commandent les changements de tension des stations de conversion. Elles peuvent être en coïncidence complète avec une des impulsions de commande de grilles des mutateurs qui se succèdent à la fréquence de 600 Hz. Par exemple, dans le cas où l'impulsion MA (transition d'une montée sur un palier) est en coïncidence presque exacte avec l'impulsion de commande de grilles BB2, si MA apparaît un peu avant

BB2, la descente sur le palier s'effectue avec les mutateurs BB1, puis BC1; si MA apparaît un peu après, la descente s'effectue sur BC1, puis BB2.



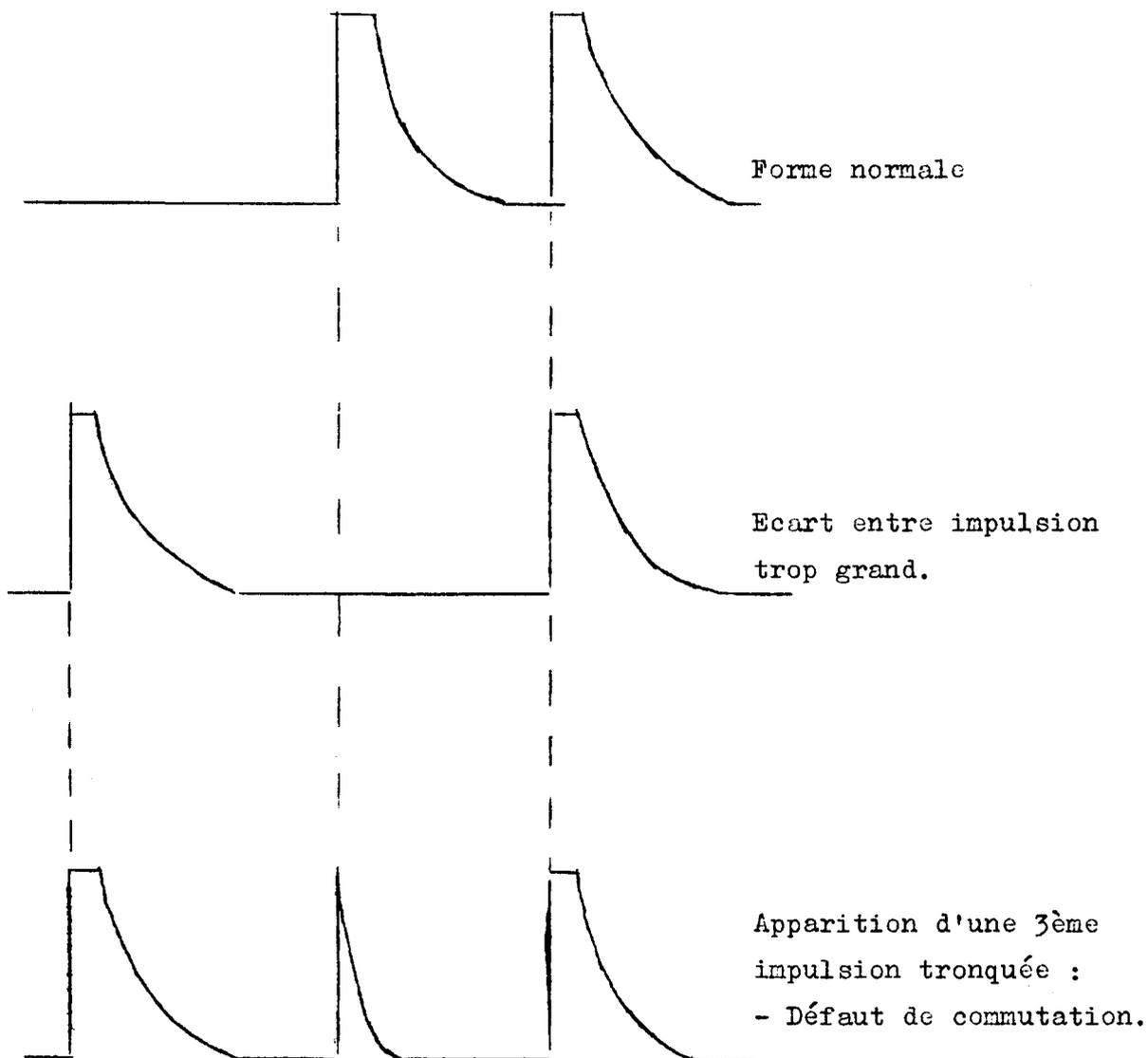
Il s'en suit une instabilité dans l'établissement du palier, et dans la durée de la montée de 1,66 ms. On s'aperçoit de cette instabilité par l'apparition de fréquents défauts de commutation sur les châssis "surveillance des commutations" des armoires 25 et 26 apparaissant toujours sur un mutateur déterminé (dans notre exemple BB2).

./..

PS/6790

(page 27 a) ajoutée le 29.10.1968)

L'impulsion de commande de grilles, normalement double, prend alors les formes suivantes (visibles sur l'oscilloscope, juste après MA) :



L'adjonction d'un délai supplémentaire de 200 μ s (sur MA) supprime cette instabilité, et permet de descendre sur le palier toujours avec les mêmes mutateurs (ex. BC1, puis BB2).

VII. B. AJUSTAGE DU CADENCEMENT

1. On arrête d'abord les impulsions sur l'aimant et on déclenche le compteur U 1539. Une précaution supplémentaire consiste à désexciter l'alternateur.
2. On affiche alors le temps de répétition désiré sur le compteur de base U 1539. Ce temps figure normalement sur les tableaux donnant le temps de répétition figurant en tête des notes d'exploitation.

Remarque 1

Néanmoins, dans la période intérimaire suivant immédiatement la mise en service, ces tableaux ne donnent qu'une valeur d'indication grossière. On peut alors, par des essais successifs, approcher l'optimum du temps de répétition en tenant compte des deux facteurs suivants :

- a) Un temps mort d'au moins 250 ms doit être maintenu entre deux cycles (à vérifier sur l'oscilloscope).

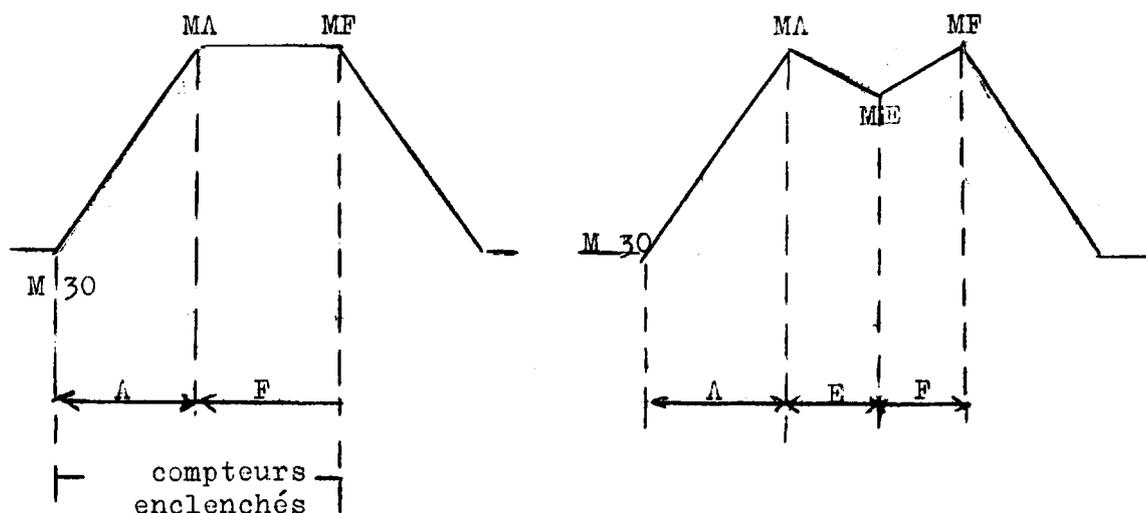
temps répétition \geq temps de montée

$$\begin{array}{l} + \quad \quad \quad \text{temps de palier} \\ + \text{ temps de descente (= 0,85 temps de montée)} \\ + \quad \quad \quad 250 \text{ ms} \end{array}$$

- b) Ne pas dépasser des pertes dans l'aimant de 2800 kW. Comme cette grandeur n'est pas accessible aux opérateurs, on lui substituera la puissance du moteur, qui, dans la période intérimaire, ne devra pas dépasser 5,0 MW (grandeur mesurable sur le wattmètre du tableau synoptique). En première approximation, on prendra sur les tables la répétition correspondant au champ maximum

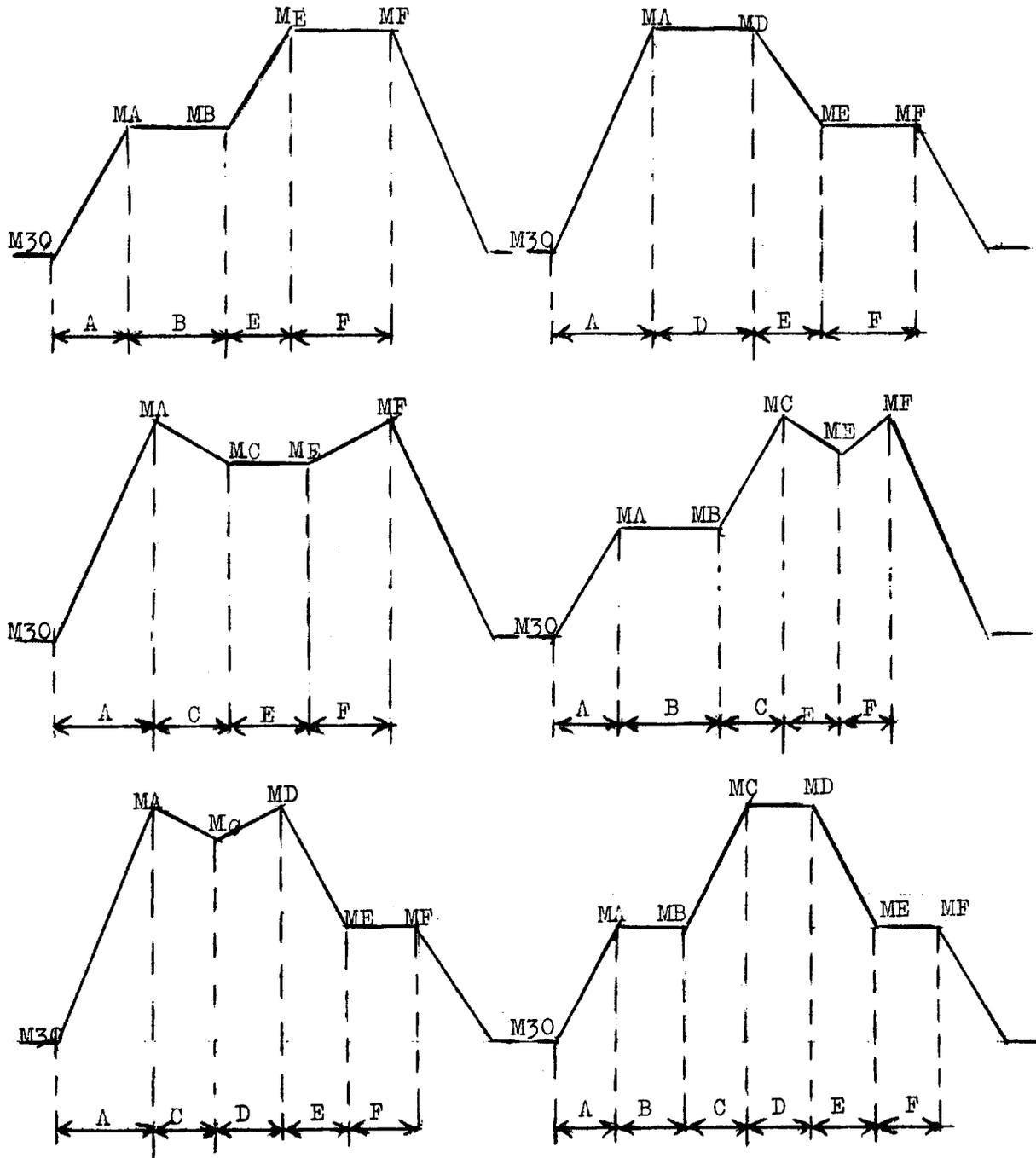
désiré, et par lecture du wattmètre et approximations successives, on pourra arriver à la valeur optimum du temps de répétition.

3. Puis on affiche sur les différents compteurs auxiliaires U 1535 les temps des montées et des paliers désirés. Suivant la forme des cycles, on enclenchera les compteurs auxiliaires suivants (voir dessin ci-dessous, où le temps affiché sur le compteur correspond à la durée de la partie du cycle sous laquelle il est inscrit. Le nom de l'impulsion (par exemple MA) délivrée par un compteur (A) correspond à l'impulsion qu'il délivre en fin de comptage). Les connexions de sortie de chaque compteur sont réalisées de telle façon que l'impulsion qu'il délivre enclenche toujours la même période d'un cycle. A savoir :



- M 30 fixe le début de la 1ère montée
- MA fixe le début du 1er palier
- MB fixe le début de la 2ème montée
- MC fixe le début du palier interméd.
- MD fixe le début de la descente intermédiaire
- ME fixe le début du dernier palier dont la pente est commutable de cycle à cycle
- MF fixe le début de la descente finale.

(modifiée le 29.10.1968)

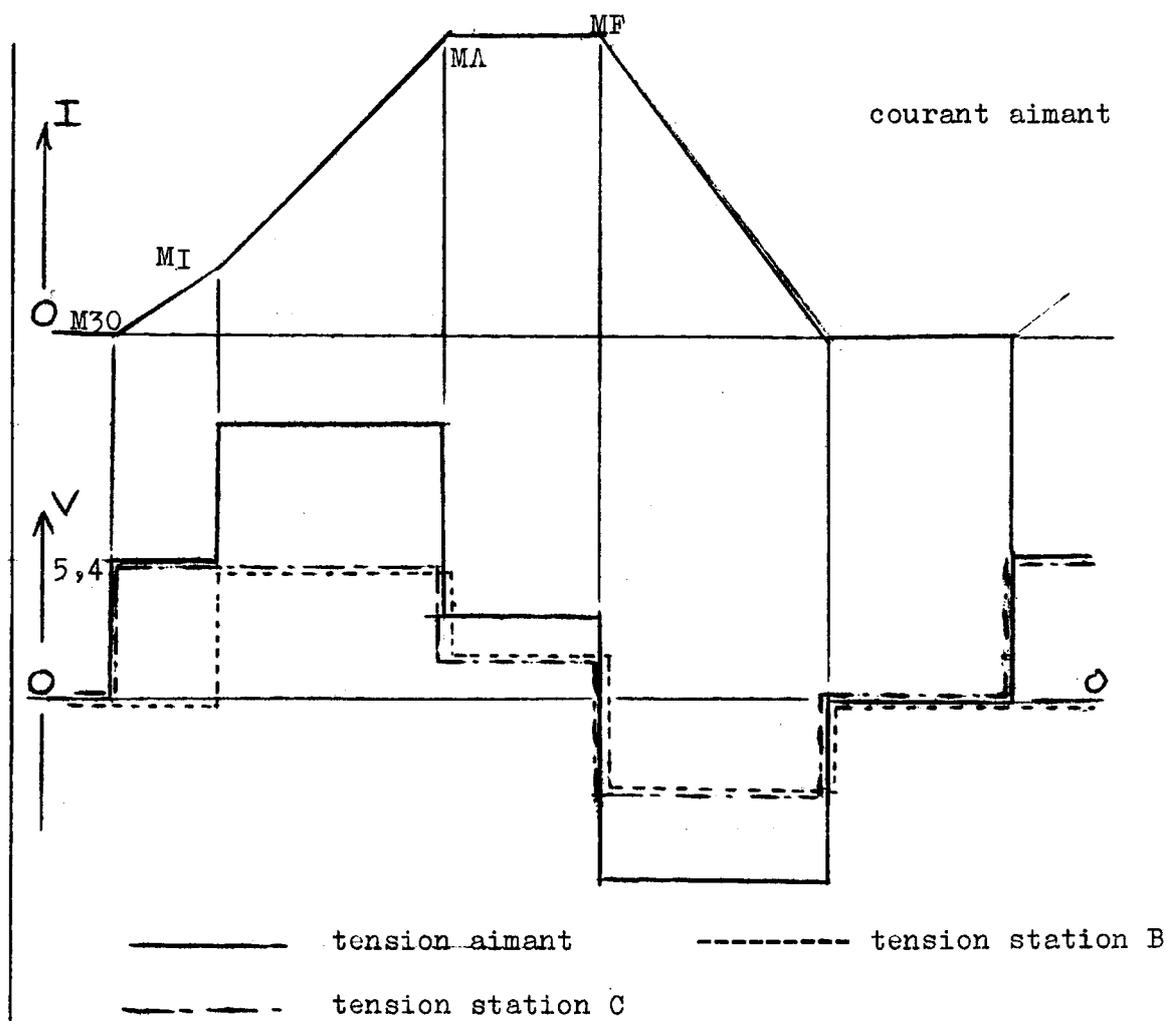


Remarques :

- Pour les cycles sans injection ci-dessus, le commutateur situé sur le commutateur électronique U 1537 entre injection et lère montée doit être tourné vers lère montée.
- Le compteur F est toujours enclenché en fin de cycle.
- Le temps affiché sur chaque compteur correspond à la durée de la partie du cycle qui précède immédiatement la période, à l'enclenchement de laquelle le compteur est affecté.

Remarque 2 :

Les mêmes cycles que les 8 cycles précédemment décrits peuvent être réalisés avec une tension à l'injection inférieure à la tension appliquée pendant le reste de la montée. La durée de l'injection doit être fixée sur le compteur d'injection. L'injection est arrêtée par l'impulsion MI qu'il délivre et qui enclenche la montée sous la pleine tension. Le commutateur situé sur le commutateur électronique U 1537 entre injection et lère montée doit être tourné vers injection.

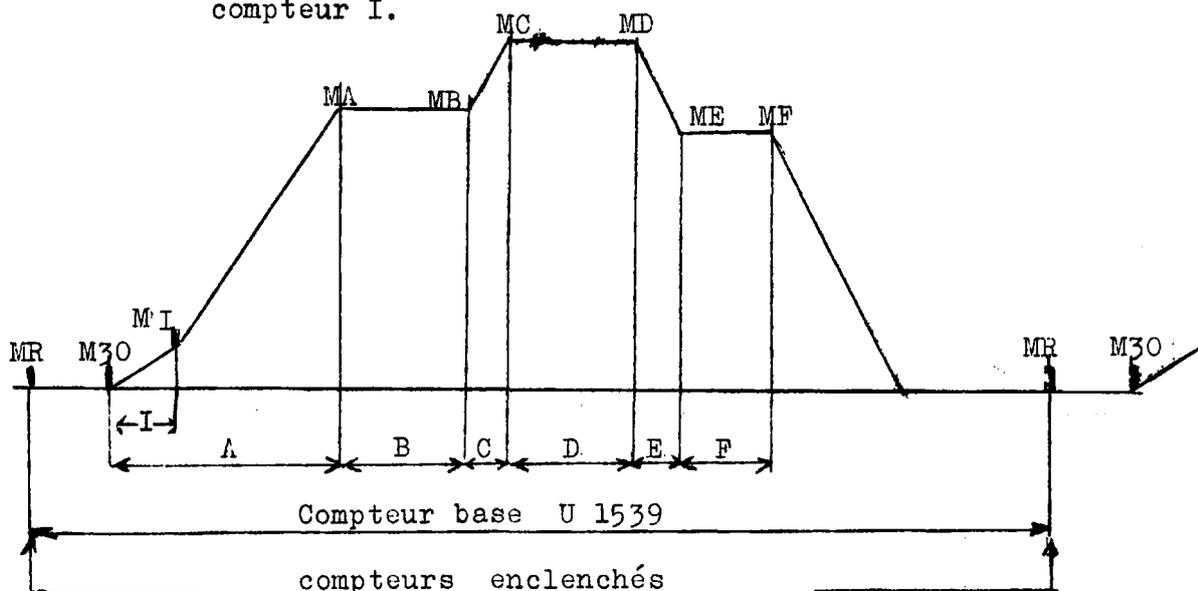


L'injection normale est effectuée sous la tension de 5,4 kV, en maintenant une des stations en plein redresseur, et en court-circuitant l'autre par les mutateurs du by-pass.

VII. C. MODIFICATION DES CONNEXIONS POUR L'OBTENTION DE PROGRAMMES STANDARDS ET SPECIAUX

1. Cycle avec injection normale avec une seule station

Le commutateur électronique (U 1537 et U 1538 sur le tableau 19) est normalement construit pour réaliser des cycles (un des huit cycles précédemment décrits) avec une injection entre M30 et MI de durée programmée sur le compteur I.



- Sur le commutateur électronique U 1537, le commutateur blanc de sélection situé entre les lampes injection et lère montée doit être tourné vers injection.
- Les connexions des coaxiaux sur les prises montées à l'arrière du commutateur électronique U 1537 sont alors les suivantes (connexions normales) :

coaxiaux (repère)	connectés sur	prises (repère)
M30	→	11
M·I	→	13
MA	→	15
MB	→	17
MC	→	19
MD	→	21
ME	→	23
MF	→	25

- Les connexions des impulsions contrôlant le passage de l'injection à la première montée sont alors sur la commande de grilles BBC U 1582 :

Source de l'impulsion	coaxial repéré	Prises sur la commande de grilles U 1582, tableau 28
Répétiteur d'impulsions M 30 (tableau 19, prise 3.2 OUT)	M30	DEBUT
Compteur MI (tableau 18) prise SK 14	MI	FIN

Sur l'arrière du commutateur électronique U 1538, la tension programmée de sortie est fournie sur la prise SK 6 à la commande de grilles BBC.

Remarque (pour mémoire)

Dans le cas de la commande de grilles SIEMENS, la prise SK 6 correspond à la station avec injection, et SK 5 à la station sans injection, et on doit normalement connecter les câbles 5307 (station B) sur SK 5 et 5308 (station C) sur SK 6.

2. Cycle sans injection

L'affichage sur les compteurs est identique à l'affichage du cas précédent. On supprime l'injection en tournant le commutateur blanc situé sur le commutateur électronique U 1537 entre les lampes injections et lère montée vers la lampe lère montée. Cela revient à ne pas connecter les impulsions MI à l'entrée de U 1537, et à les remplacer par les impulsions M 30. Les connexions extérieures sur l'unité U 1537 restent inchangées.

(Modifiée le 14.7.1969)

Par contre, les coaxiaux fournissant les impulsions contrôlant le passage de l'injection à la première montée, doivent être déconnectés de la commande de grilles BBC (U 1582), puis être munis d'un bouchon ou être déconnectés de la source d'impulsions.

coaxial	Points de déconnexion	
	sur commande de grilles U 1582, tableau 28	sur source
M 30	prise DEBUT	répétiteur d'impulsions M 30 (tableau 19), prise 3.2 OUT
MI	prise FIN	compteur MI (tableau 18) prise SK 14

Remarque (pour mémoire) :

Dans le cas de la commande de grilles Siemens, la manoeuvre du commutateur d'injection sur U 1537 est suffisante et aucune déconnexion de câbles n'est utile.

3. Cycle avec injection avec deux stations

Avec ces programmes pendant l'injection les deux stations sont en service et délivrent chacune la demi-tension. La tension à l'injection est réduite dans ce cas à la valeur voulue de 5,4 kV (ou plus basse) en augmentant le retard à l'allumage des mutateurs au moyen du potentiomètre helipot d'injection monté sur le commutateur électronique U 1538.

En ce qui concerne la commande de grilles BBC, les connexions sont les mêmes que celles du cycle sans injection (paragraphe 2 précédent). Par contre, le commutateur blanc situé sur le commutateur électronique U 1537 entre les lampes

./..

(modifiée le 14.7.1969)

injection et l'ère montée doit être tournée vers injection. L'affichage sur les compteurs correspond à celui du cycle avec injection normale (voir paragraphe L. précédent).

Remarque (pour mémoire) :

Le problème de l'injection avec 2 stations dans le cas de la commande de grilles Siemens est traité pour mémoire en page 41 b).

4. Obtention d'un palier permanent

Pour obtenir un palier permanent, c'est-à-dire pour pouvoir fournir à l'aimant en permanence un courant constant, on procède comme suit :

- On procède tout d'abord comme si l'on désirait réaliser un cycle standard à un palier, affichage sur les compteurs compris.
- On déconnecte ensuite à l'arrière du commutateur électronique U 1537 :
 - le coaxial M 30 de la prise 11, laissée libre,
 - le coaxial M I de la prise 13, laissée libre.
- On met ensuite hors service le compteur F. A ce moment, la lampe rouge de signalisation du premier palier doit briller en permanence sur le commutateur électronique U 1537.

./..

(modifiée le 14.7.1969)

- On déconnecte les impulsions de commande des mutateurs de by-pass à l'arrière de l'unité 2381 sur le tableau 19 (coaxiaux marqués A et B sur prises 3 OUT 4, 3 OUT 3).
- Sur le commutateur électronique U 1538 on réduit au minimum la tension de sortie du commutateur électronique, au moyen de la clef de commande de la tension du 1er palier, de façon à obtenir sur l'oscilloscope une tension négative en poussant les touches CE 1 et CE 2. Le courant dans l'aimant est alors nul.
- On peut alors pulser,
- Puis, on augmente la tension de sortie précédente en agissant sur la clef du 1er palier, de façon à obtenir dans l'aimant le courant désiré (mesuré sur l'ampère-mètre du tableau synoptique).

REMARQUE TRES IMPORTANTE :

Le courant ne doit jamais dépasser 2 kA mesuré au primaire des transformateurs B et C.

modifiée le 6.5.1969.

./..

VII. D. AJUSTAGE DE LA TENSION DE L'AIMANT

1. Possibilités de réglage

Il existe trois possibilités de régler la tension appliquée à l'aimant. Ce sont, dans l'ordre :

- La sélection des stations de conversion et du programme nominal de tension sur le clavier à touches du tableau synoptique,
- Le réglage de la tension de l'alternateur, par modification de la tension de référence du régulateur de tension en agissant sur les deux potentiomètres montés sur le châssis U 3 "Référence tension" du panneau 12.

Un potentiomètre grossier (r 3) permet de régler la tension entre 50 et 100 °/o de la valeur nominale sélectionnée sur le clavier à touches. Un potentiomètre fin (r 1) à 10 tours permet d'ajuster avec précision la tension de ± 2 °/o autour du réglage grossier (un tour = 0,4 °/o).

- Le réglage séparé de la tension de chaque partie d'un cycle au moyen des potentiomètres montés sur la face avant de l'unité 1538 (panneau 19) du commutateur électronique. Des potentiomètres motorisés permettent d'ajuster la tension et par là la pente des paliers. On les commande sur l'unité 1538 au moyen de clefs téléphoniques. Un commutateur monté à droite de l'unité permet de commuter cette commande au MCR. Les potentiomètres helipot permettent de régler la tension à l'injection, et pendant les deux premières montées. Il y a lieu de noter dans ce cas que toute réduction de tension est obtenue par un retard supplémentaire à l'allumage, et entraîne de ce fait une augmentation de l'ondulation de la tension redressée.

./..

(modifiée le 14.7.1969)

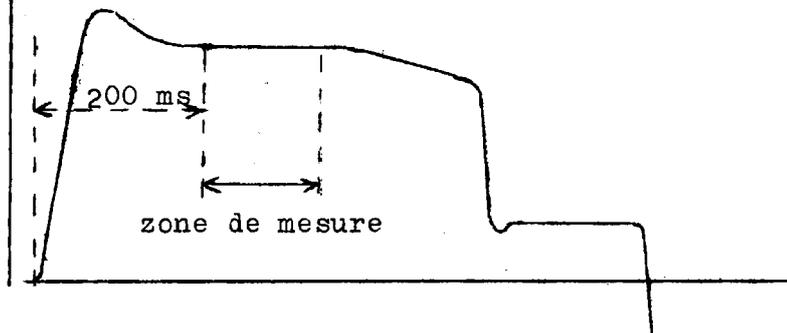
2. Tensions nominales de référence

Quand sur le châssis "référence tension" U 3, panneau 12, le potentiomètre grossier (r 3) est sur la position maximum 10, et quand le potentiomètre fin (r 1) est sur la position médiane 5, 00, et quand, d'autre part, sur le commutateur électronique U 1538 les potentiomètres des montées sont tournés à fond vers la droite (marche en plein redresseur), on a alors le régime nominal de fonctionnement. Selon la sélection opérée sur le clavier à touches du tableau synoptique, on obtient les tensions nominales suivantes :

Sélection	Tension Aimant (⌘)	Tension alternateur	ancien programme BBC
I + II 11 kV	10,8 kV	5,5 kV	----
I + II 5,5 kV	5,4 kV	2,75 kV	90 %
I ou II 5,5 kV	5,4 kV	5,35 kV	90 %
I + II 3 kV	3,0 kV	1,5 kV	50 %
I ou II 3 kV	3,0 kV	2,95 kV	50 %

(⌘) Remarque 1 :

(⌘) La tension aimant est la tension mesurée en régime plein redresseur pendant la montée, 200 ms après le début de la montée, dans la zone où la tension est constante.



Remarque 2

Dans la période intérimaire qui suit la mise en service, il n'est pas recommandé de faire travailler les stations de conversion sous la pleine tension maximum 5,5 kV. Sous cette tension des retours d'arc trop nombreux se produisent. En attendant que Siemens remédie à ce défaut, il y aura lieu, quand on voudra travailler au voisinage de la tension maximum, de réduire de 18 % la tension de l'alternateur. Cela intéresse les programmes :

I + II 11 kV U alternateur réduit de 5,5 à 4,5 kV
U aimant réduit de 10,8 à 8,8 kV

I ou II 5,5 kV U alternateur réduit de 5,35 à 4,4 kV
U aimant réduit de 5,4 à 4,45 kV

3. Obtention des cycles standards

Dans la période qui précède la mise en service du Booster, le dispositif radio-fréquence d'accélération du faisceau ne sera pas modifié. Il ne lui sera donc pas possible d'accélérer le faisceau pour suivre une montée deux fois plus rapide du courant dans l'aimant obtenue par l'application de la pleine tension 10,8 kV. Aussi est-on obligé de n'accélérer le faisceau que sous l'ancienne tension de 5,4 kV pendant l'injection, et sous une tension maximum de 7,5 kV pendant le reste de la montée.

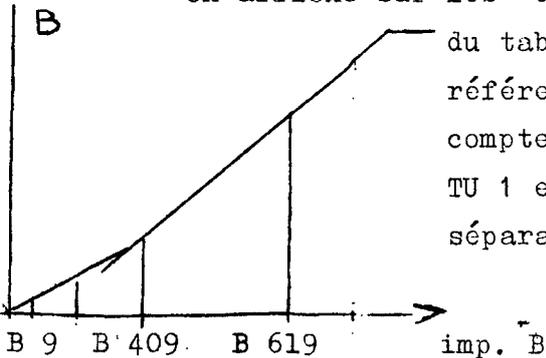
Remarque :

Vérification de la tension

Pour vérifier que les tensions prescrites correspondent exactement à la croissance standardisée du champ magnétique voulue par le MCR, on procédera comme suit :

- On alimente le "preset counter" du tableau 20 en impulsions B,

- On affiche sur les "extension units" TU 1 et TU 2 du tableau 20 les impulsions B de référence, et l'on mesure sur le compteur Hewlett-Packard démarré par TU 1 et arrêté par TU 2 la durée séparant ces impulsions.

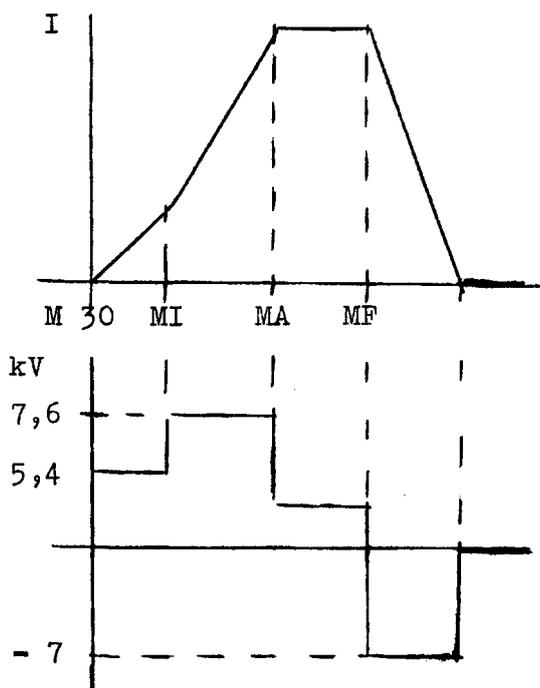


B 19

Période du cycle	Tension standard	Impulsions B de référence sur		Temps lu correspondant au cycle standard
		TU 1	TU 2	
Injection	5,4 kV	B 9	B 19	7,13 à 7,15 ms
Montée	7,6 kV	B 409	B 619	116 ms

Les programmes que l'on peut alors réaliser pendant la période intérimaire sont les suivants :

- a) Le programme de base avec injection au moyen de deux stations (cas de la commande de grilles BBC)



Dans ce programme, la tension à la montée est de 7,6 kV et correspond au régime plein redresseur. Elle est ajustée au moyen du potentiomètre d'excitation de la régulation de tension de l'alternateur.

L'injection à 5,4 kV est obtenue en retardant l'allumage des mutateurs des 2 stations, au moyen du potentiomètre helipot réglant la tension d'injection sur le commutateur électronique U 1538. Il en résulte une plus forte ondulation de la tension d'injection.

Dans ces conditions de fonctionnement, le temps de répétition est celui donné dans l'Annexe I.

./..

(modifiée le 14.7.1969)

R E A L I S A T I O N

- Sélection I + II 11 kV
- Sur U 1537 tourner commutateur d'injection vers lampe injection.
- Déconnecter les coaxiaux MI et M 30 de la commande de grilles BBC (voir paragraphe VII-C-3, p. 34 et 35).
- Réduire par action sur le potentiomètre grossier r3 de la régulation de tension la tension à vide de l'alternateur à 3,8 kV.
- Tourner à fond vers la droite les potentiomètres réglant la tension de montée sur le commutateur électronique U 1538.
- Programmer normalement, selon les explications des pages 30 et 31.
- Puis, en pulsant, ajuster d'abord la tension à la montée au moyen du potentiomètre grossier r 3 et fin r 1 de la régulation de tension pour obtenir le gradient du champ correct entre B 409 et B 619 (voir remarque page 39 a). Cet ajustage au point, procéder de même pour la tension pendant l'injection en agissant sur le potentiomètre helipot d'injection du commutateur électronique U 1538.

b) Un programme avec injection au moyen d'une seule station

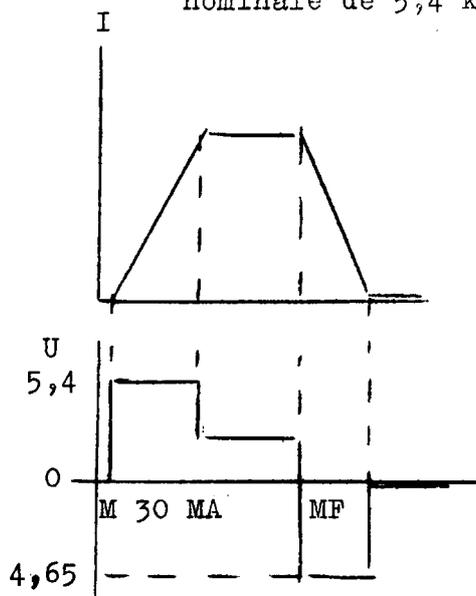
Ce programme est similaire dans la forme du courant et de la tension au programme a) de la page précédente. Néanmoins, dans la période intérimaire actuelle, ce programme n'est réalisable que si la tension à l'injection est inférieure à la demi-tension en régime plein redresseur, c'est-à-dire une tension à l'injection inférieure à 3,8 kV pour la tension à la montée standard de 7,6 kV.

La réalisation du programme est identique à celle du programme de base (a) de la page 40, à l'exception des points suivants :

- Les coaxiaux MI et M 30 doivent être connectés sur la commande de grilles BBC, selon les prescriptions de la page 33.
- La tension à l'injection doit être réglée non plus à 5400 V, ce qui serait actuellement impossible, mais à la valeur désirée par le MCR (par exemple 1350 V pour une injection à 25 %).

Ce programme est réalisable de la même façon avec la commande de grilles Siemens.

- c) Un programme simple, analogue à l'ancien programme 90 %, où pendant l'accélération on applique la pleine tension nominale de 5,4 kV.



R é a l i s a t i o n :

- Sélection I + II, 5,5 kV
- Potentiomètre de référence tension (r 3) sur 10
- Potentiomètre fin (r 1) sur 5,00
- Potentiomètre de montée sur commutateur électronique tourné à fond vers la droite (plein redresseur)
- Injection hors service (VII.C.2) p. 33

Dans ces conditions de fonctionnement, le temps de répétition est donné par le Tableau I A.

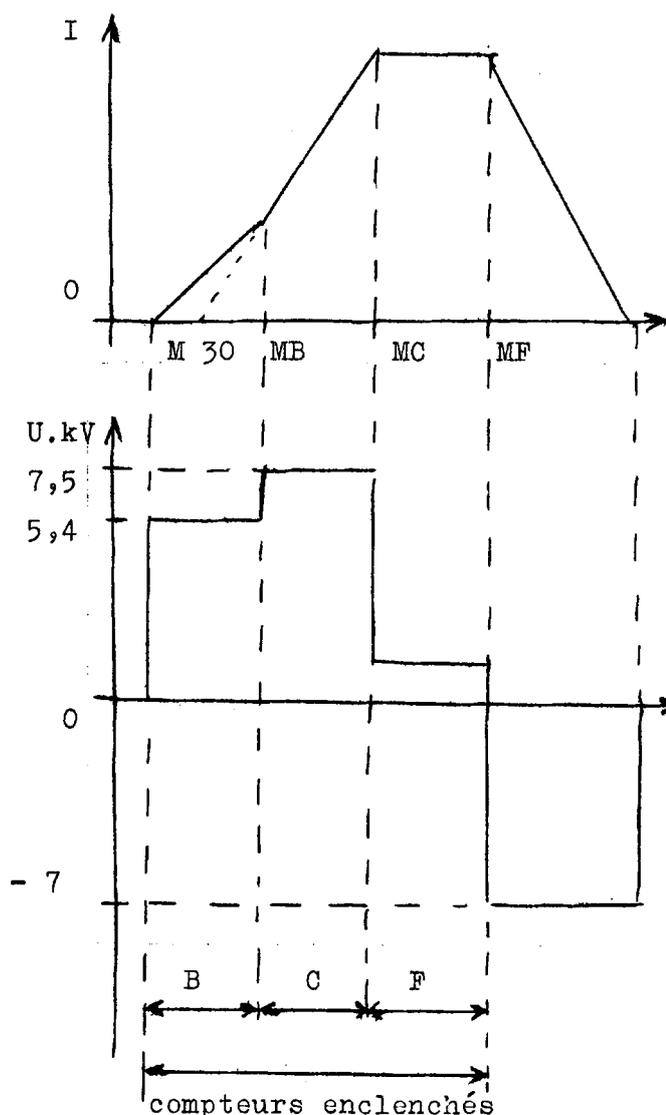
Sur demande spéciale du MCR, on peut réduire au moyen du potentiomètre grossier (r 3) la tension de l'alternateur, et par suite la tension de la montée.

Ce cycle est aussi réalisable avec la commande de grilles Siemens.

d) Injection avec deux stations dans le cas de la commande de grilles Siemens

Avec la commande de grilles Siemens on ne peut réaliser le programme de base a) précédent de la manière décrite à la page 40 sans devoir procéder à des modifications de câblage à l'intérieur du commutateur électronique.

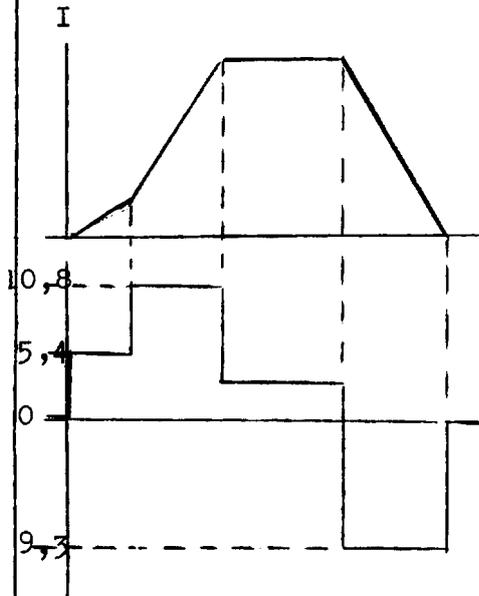
Pour éviter ces modifications, on procède comme suit :



Réalisation :

- Sélection I + II 11 kV
- Réduire par action sur le potentiomètre grossier r 3 la tension de l'alternateur à moins de 4,5 kV (normalement 3,8 kV à vide pour 7,5 kV redressée).
- Programmer sur le compteur B la durée de l'injection, sur le compteur C le reste de la montée, et sur le compteur F la durée du palier, comme indiqué ci-contre.
- A l'avant du commutateur électronique U 1537, tourner le commutateur d'injection vers lampe lère montée.
- Puis, sur le commutateur électronique U 1538, régler la tension à l'injection à la valeur désirée (normalement 5,4 kV) au moyen du potentiomètre de la première montée. La tension du reste de la montée (7,5 kV) est normalement obtenue en ajustant la tension d'excitation de l'alternateur.

Remarque :



Le cycle définitif réalisable après la modification de la radio-fréquence (vers 1970) s'obtient en appliquant la pleine tension de 10,8 kV aussi bien à la montée qu'à la descente. La montée est alors deux fois plus rapide qu'actuellement, et s'effectue en régime plein redresseur. L'injection à 5400 V, est obligatoirement en service, et s'effectue avec une seule station.

R é a l i s a t i o n :

- Sélection I + II 11 kV
- Potentiomètre de référence tension (r 3) sur 10 et potentiomètre fin (r 1) sur 5, 00
- Potentiomètre de montée sur le commutateur électronique U 1538 tourné à fond vers la droite (plein redresseur)
- Potentiomètre d'injection sur U 1538 tourné à fond, vers la droite (plein redresseur)
- Injection en service (VII, C. 1)

Dans ces conditions de fonctionnement, le temps de répétition calculé est donné par le tableau I B.

./..

modifiée le 14.7.1969

VII. E. AJUSTAGE DU CHAMP MAGNETIQUE

Un dispositif de la lecture digitale du champ magnétique à la fin de la montée (déclenché par l'impulsion M A) est monté sur le panneau 17. La valeur désirée de ce champ doit être indiquée par le MCR. Le comptage du champ se fait de 10 en 10 gauss, aussi la lecture en gauss du champ sur le compteur doit être multipliée par 10.

Pour obtenir le champ magnétique désiré lors du début d'un programme, on procède comme suit :

- On relève sur les tableaux donnant le temps de répétition, le temps de montée et le temps de répétition correspondant au champ magnétique désiré. (Ces valeurs du champ correspondent aux valeurs mesurées dans l'aimant quand les enroulements polaires PFW sont en service). On affiche ces temps sur le synchronisateur, et on pulse. On vérifie l'exactitude du réglage en lisant la valeur du champ obtenu, seulement quand la vitesse moyenne est stabilisée dans la position correspondant à un bon filtrage.

Remarque :

Tant que les tableaux de répétition n'auront pas été mis à jour, et dans le cas où le programme ne correspond pas à un cycle standard (voir VII, D. 3), il y a lieu d'ajuster pas à pas le temps de montée (et s'il y a lieu la répétition), de façon à obtenir à 0,5 % près le champ désiré.

- Une fois le champ concordant à 0,5 % près avec le champ désiré, on peut parfaire l'ajustage en réglant la tension de l'alternateur au moyen du potentiomètre fin de la "tension de référence" (Unité 3 sur panneau 12). (un tour = 0,4 % du champ).

- Dans les heures suivant la mise en service, il peut se produire des dérives assez importantes du champ magnétique. Selon l'ampleur de la dérive, on corrige soit en modifiant le temps de montée, soit en modifiant la position du potentiomètre fin du régulateur de tension de l'alternateur.

- Une fois la stabilité thermique du synchrotron atteinte (après plusieurs heures de marche), une instabilité de 0,1 % du champ magnétique est considérée comme normale.

Remarque :

Ultérieurement un dispositif automatique permettra de corriger les dérives thermiques lentes du champ magnétique.

VIII. CALIBRAGE DES MESURES SUR L'OSCILLOSCOPE

Grandeurs mesurées	Facteur de calibrage
- tension générateur U_g en V	multiplier par 707 la tension sur le scope
- courant générateur I_g en A	multiplier par 1230 la tension sur le scope exprimée en volt $2 \cdot \sqrt{2} \cdot 4000 \text{ A} = 9,2 \text{ V}$
- tension d'excitation U_e en V	multiplier par 10 la tension du scope
- courant d'excitation I_e en A	multiplier par 200 la tension du scope exprimée en volt
- tension redresseur avec un seul groupe UR 1 ou UR 2 en V	multiplier par 100 la tension du scope
- tension additionnée de 2 groupes de redresseurs UR 1 + UR 2 en V	multiplier par 200 la tension du scope
- tension filtrée aux bornes de l'aimant, une seule station UF 1 ou UF 2 en V	multiplier par 200 la tension du scope
- tension filtrée additionnée de deux stations aux bornes de l'aimant UF 1 + UF 2 en V	multiplier par 400 la tension du scope
- courant dans l'aimant I en A	multiplier par 4200 la tension du scope exprimée en volt $6400 \text{ A} = 1,523 \text{ V}$ $1 \text{ V} = 4200 \text{ A}$ $1 \text{ mV} = 4,2 \text{ A}$
- tension anode cathode en V	multiplier par 100 la tension du scope
- courant secondaire des transformateurs en A	multiplier par 150 la tension du scope exprimée en volt

Mesure avec le voltmètre digital du tableau 20

Le voltmètre digital permet de mesurer avec précision des signaux comme le courant ou la tension de l'aimant en un point désiré d'un cycle. Pour mesurer, on procède comme suit :

- On alimente le "Preset counter" du tableau 20 en impulsions M 300.
- On sélectionne le signal à mesurer sur le sélecteur de mesure.
- On sélectionne le point du cycle où l'on désire effectuer la mesure, en affichant sur "l'extension unit" No. 3 le nombre d'impulsions M correspondant à ce point. L'intégrateur du voltmètre digital est alors démarré par l'impulsion de coïncidence. En pratique, on trouve le nombre d'impulsions M à afficher en s'aidant de l'oscilloscope que l'on déclenche avec l'impulsion de coïncidence délivrée par le compteur à présélection (preset counter). La sélection du "trigger" doit être TU0. En affichant sur le "preset counter" différentes valeurs de M , on voit sur le scope le point du cycle où commence la trace. Quand ce point correspond au point où l'on désire effectuer la mesure, on affiche sur "l'extension unit" 3 le même chiffre que celui affiché sur le "preset counter". On peut alors mesurer.

Si le nombre d'impulsions affiché sur les compteurs est N , l'instant T correspondant d'un cycle, compté en ms après le début de la montée, est :

$$T_{ms} = \frac{10 N}{3} - 100 .$$

Le réglage du voltmètre digital doit, dans la pratique courante, être le suivant :

(page ajoutée le 6.5.1969)

- Bouton "Resolution" : Règle la durée d'intégration de la mesure. Doit être normalement sur 10 périodes (20 ms).

- Bouton "Function" : Sur DC volts.

- Bouton "Range" : Règle la sensibilité. Doit être sur
10 V/k Ω pour mesurer la tension de
l'aimant,
1000 mV/ Ω pour mesurer le courant
de l'aimant.

Si la sensibilité est trop élevée pour l'amplitude du signal à mesurer, l'indication "overload" apparaît et on doit choisir une sensibilité moins élevée.

Le chiffre affiché sur le voltmètre digital doit être multiplié par le facteur de **calibrage** donné en page 45, pour trouver la valeur du signal en vraie grandeur.

IX. SURVEILLANCE DE L'INSTALLATION

Les opérateurs relèveront pendant leur quart, toutes les heures, les grandeurs indiquées dans les feuilles de relevés ci-dessous :

- MOTEUR - Grandeurs relevées en salle de contrôle
- ALTERNATEUR - Grandeurs relevées en salle de contrôle
- Relevé des mesures dans la salle des machines et des filtres
- Refroidissement.

De plus, une fois par quart, les opérateurs profiteront d'une ronde de relevé de mesures, pour inspecter l'état :

- du bâtiment des filtres : Rez-de-chaussée
1er étage
toiture (résistances et réservoir d'huile supérieur)
- de la salle des mutateurs
- des mutateurs de réserve installés dans le magasin.

Les locaux sous tension ne peuvent être contrôlés que de l'extérieur. Les portes grillagées munies de contact ne doivent pas être ouvertes.

De plus, lors de chaque changement de programme, les opérateurs rempliront la feuille de marche, en indiquant dans la colonne "observations" la raison du changement de programme.

APPENDICE II

Méthode simplifiée pour le calcul du courant d'un cycle

a) Rappel des définitions

- valeur efficace d'un courant pulsé :

C'est la valeur du courant continu qui produirait la même énergie moyenne que le courant pulsé.

Dans le cas de l'aimant du PS, les pertes maximum dans l'aimant étant fixées à 2800 kW

$$W = R I_{\text{eff}}^2 = 2800 \text{ kW} \quad \text{avec} \quad R = 0,32 \text{ ohm.}$$

Le courant efficace maximum dans l'aimant est donc :

$$I_{\text{eff max}} = \frac{W}{R} = 2960 \text{ A}$$

Une valeur un peu supérieure de 3200 A a servi au dimensionnement thermique de l'alimentation de l'aimant.

- valeur moyenne d'un courant pulsé :

C'est la valeur arithmétique moyenne de ce courant. Dans le cas de la nouvelle alimentation, le courant moyen maximum dans l'aimant est de :

$$I_{\text{moy. max}} = 2500 \text{ A.}$$

Cette valeur a été déterminée par les pertes maximum

(ajoutée le 6.5.1969)

admissibles dans les mutateurs (au total 560 kW) correspondant à un courant moyen maximum par cuve de 420 A. 2500 A correspondent donc à la valeur maximum de courant continu que peut débiter en permanence une station de conversion. D'où la valeur limite de 2500 A fixée pour le chauffage.

2500 A dans l'aimant = 2000 A au primaire des transfo. B et C.

b) Calcul du courant dans l'aimant pour un cycle à un palier

- Rapport entre le temps et la tension de montée :

Si l'on connaît le temps de montée t_{mo} pour une tension donnée U_{mo} , on en déduit le temps de montée t_{m1} , pour une tension U_{m1} par la relation

$$t_{m1} = t_{mo} \frac{U_{mo}}{U_{m1}}$$

Exemple numérique :

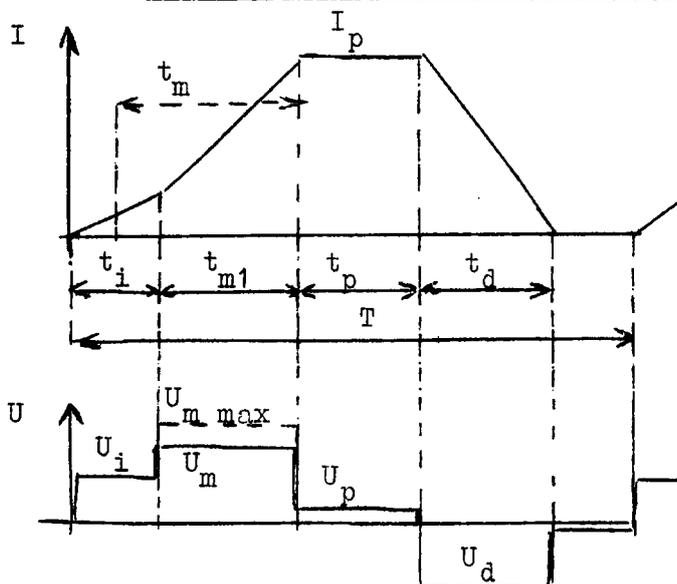
pour palier de 13,13 kG, 5600 A

$$t_{mo} = 1100 \text{ ms pour}$$

$$U_{mo} = 5400 \text{ V}$$

D'où pour $U_{m1} = 7500 \text{ V}$

$$t_{m1} = 1100 \frac{5400}{7500} = 790 \text{ ms}$$



données :

$$I_p = 5600 \text{ A}$$

$$t_i = 240 \text{ ms}$$

$$t_{m1} = 610 \text{ ms}$$

$$t_p = 200 \text{ ms}$$

$$t_d = 680 \text{ ms}$$

$$T = 2500 \text{ ms}$$

(ajoutée le 6.5.1969)

U_i = tension à l'injection
 U_m = tension effectivement appliquée pendant la montée
 $U_{m \max}$ = tension en régime plein redresseur
 U_d = tension à la désexcitation correspondant à $U_{m \max}$

$U_i = 5400 \text{ V}$
 $U_m = U_{m \max} = 7500 \text{ V}$

1) Détermination des temps

t_m = durée équivalente de la montée

$$= t_{m1} + t_i \frac{U_i}{U_m}$$

$$t_m = 610 + 240 \frac{5,4}{7,5} = 783 \text{ ms}$$

t_d = durée de la désexcitation sous la tension U_d

$$= 0,87 \cdot t_m \frac{U_m}{U_{m \max}}$$

$$t_d = 0,87 \cdot 783 \cdot \frac{7,5}{7,5} = 680 \text{ ms}$$

2) Détermination du courant efficace

$$I_{\text{eff}} = I_p \sqrt{\frac{\frac{1}{3} (t_m + t_d) + t_p}{T}}$$

$$I_{\text{eff}} = 5600 \sqrt{\frac{(783+680) \frac{1}{3} + 200}{2500}}$$

$$I_{\text{eff}} = 2940 \text{ A} < I_{\text{eff max}}$$

3) Détermination du courant moyen

$$I_{\text{moy}} = I_p \frac{\frac{1}{2} (t_m + t_d) + t_p}{T}$$

$$I_{\text{moy}} = 5600 \frac{(783+680) \frac{1}{2} + 200}{2500}$$

$$I_{\text{moy}} = 2080 \text{ A} < I_{\text{moy max}}$$

Note : Pour tous les cycles envisagés, il est suffisant de satisfaire à la seule condition

$$I_{\text{eff}} < 2960 \text{ A}$$

qui entraîne obligatoirement la condition

$$I_{\text{moy}} < 2500 \text{ A}$$

(ajoutée le 6.5.1969)

