

GENERATRICE "PFW"

ALIMENTATION PULSEE POUR ENROULEMENTS POLAIRES

D. CORNUET
R. HOH

⑪ SECTION XI : PROCEDURE DE REGLAGE

SOMMAIRE

LISTE DES SECTIONS

XI.1 CALAGE DES BALAIS DE LA GENERATRICE

XI.2 REGLAGES DANS ARMOIRE PFW/1

Photo intérieure de l'armoire

Réglage des limites de surtension (d₁₂)

Réglage des limites de surintensité (d₁₃)

Réglage du niveau de courant absorbé pendant le démarrage (d₁₄)

Réglage de la durée de freinage (d₃₅)

Schéma développé (positions 1-14) : PS/SM.14.12.7124.2
(Anciennement PS/ED.118.58.3).

XI.3 REGLAGES DANS ARMOIRE PFW/2

Photo intérieure de l'armoire

Réglage de la limite du courant efficace (e₃₄)

Protection de surtension génératrice (relais à seuil Zener d₃₇),

Implantation : PS/SM.14.27.7159.4

Schéma de câblage : PS/SM.14.19.7160.4

Calcul du pont diviseur (ajustage différentié des seuils >0 et <0):
PS/SM.14.12.7161.4.

XI.4 REGLAGES DANS ARMOIRE ARC

Photo du panneau avant droit

Réglage du courant efficace d'excitation (RLT1)

Réglage du retard au déclenchement du contacteur C2 (MN)

Réglage de la vitesse des ventilateurs (AT1)

Schéma synoptique de l'armoire ARC : PS/SM.14.27.7168.3.

XI.5 REGLAGES DANS RACK ELECTRONIQUE "PFW"

Schéma synoptique du châssis U-2501 : PS/SM.14.27.7182.3.

Réglage des tensions d'alimentation + 15 V (tiroirs U3-4345)

Réglage des tensions d'alimentation +5 V (tiroirs U3-4346/A et U3-4346/B).

Dessin de face avant du tiroir de régulation de courant (U3-4351): PS/SM.14.30.7207.4.

Schéma de principe du tiroir de régulation de courant (U3-4351) : PS/SM.14.12.7208.2 (anciennement CERN/MPS.125.4075 P.2a Ex. 2).

Dessin de montage du tiroir de régulation de tension (U2-4075): PS/SM.14.30.7209.3 (anciennement CERN/MPS.125.U2.4075.3).

Schéma de principe du tiroir de régulation de tension (U2-4075) : PS/SM.14.12.7211.2 (anciennement CERN/MPS.125.4075 P.2a Ex. 1).

Dessin de montage du tiroir de régulation de courant I_E et de tension U_R (U2-4076): PS/SM.14.30.7212.3 (anciennement CERN/MPS.125.U2.4076.3).

Schéma de principe du tiroir de régulation de courant I_E et de tension U_R (U2-4076): PS/SM.14.12.7214.2 (anciennement CERN/MPS.125.4076P.2).

Vue du panneau avant du crate CR1 : PS/SM.14.29.7189.4.

Schéma de principe d'ajustage des gains de boucles (U4-4387) : PS/SM.14.12.7215.3 (anciennement CERN/MPS.126.4.4387.3).

Dessin de montage du tiroir adaptateur, limiteur de rampes (U1-4064) : PS/SM.14.30.7224.3 (anciennement CERN/MPS.125.U1.4064.3).

Schéma de principe du tiroir adaptateur, limiteur de rampe (U1-4064) : PS/SM.14.12.7226.2 (anciennement CERN/MPS.125.4064P.2a).

Réglage des "Gate Control" (U1-4015, U1-4044, U1-4048) : PS/ED/Note 77-1.

Schéma de principe du tiroir multiplicateur de fréquence (U1-4015) : PS/SM.14.31.7228.0 (anciennement CERN/MPS.125.4015P-0_G).

Schéma de principe du tiroir générateur de rampes (U1-4044) : PS/SM.14.31.7231.1 (anciennement CERN/MPS.125.4044P.1_D).

Dessin de montage du tiroir de mesure de courant I_C (U3-4377) :
PS/SM.14.30.7240.3 (anciennement CERN/MPS.125.U3-4377.3).

Schéma de principe du tiroir de mesure de courant I_C (U3-4377) :
PS/SM.14.12.7242.4.

Dessin de face avant du tiroir de régulation I_C (U1-4374) :
PS/SM.14.30.7235.4.

Schéma de principe du tiroir de régulation I_C (U1-4374) :
PS/SM.14.12.7237.4 (anciennement CERN/MPS.125.437P.4).

GENERATRICE "PFW"

LISTE DES SECTIONS

Le dossier du système GENERATRICE "PFW" est réparti selon les 11 sections suivantes, qui donnent les détails des différents sous-ensembles.

- I LE SYSTÈME, PS/SM/Inform. 77-10.
- II PROCÉDURE D'OPÉRATION, PS/SM/Inform. 76-2 Rev. 3.
- III LIAISONS DE PUISSANCE ET LIAISONS
FONCTIONNELLES, PS/SM/Inform. 77-17.
- IV MOTEUR-GÉNÉRATRICE, PS/SM/Inform. 77-18.
- V CIRCUITS AUXILIAIRES (DÉMARREUR, RES.
DE GLISSEMENT, HUILE), PS/SM/Inform. 77-19.
- VI ARMOIRE PFW/1, PS/SM/Inform. 77-20.
- VII ARMOIRE PFW/2, PS/SM/Inform. 77-21.
- VIII ARMOIRE A.R.C. PS/SM/Inform. 77-22.
- IX RACK ÉLECTRONIQUE "PFW", PS/SM/Inform. 77-23.
- X INTERFACE STAR-GÉNÉRATRICE "PFW", PS/SM/Inform. 77-24.
- XI PROCÉDURE DE RÉGLAGE, PS/SM/Inform. 77-25.

XI.1 CALAGE DES BALAIS DE LA GENERATRICE

Les enroulements polaires PFW (Pole-face Windings) étant situés tout près de la chambre à vide du PS (Proton Synchrotron) le faisceau est très sensible à la moindre ondulation résiduelle du courant traversant ces enroulements, particulièrement pendant l'éjection lente. Un très grand soin doit donc être apporté pour réduire au minimum l'ondulation résiduelle délivrée par la génératrice "PFW".

Etant donné la vitesse de rotation du groupe tournant (970 tr/mm), la fréquence fondamentale de la machine est de 16,17 Hz; la génératrice "PFW" est une génératrice à 4 pôles et 2 paires de balais, un calage parfait des balais devrait permettre de ne trouver qu'une fréquence fondamentale de l'ondulation résiduelle de 32,34 Hz. Par contre, le moindre décalage des balais fera réapparaître la fréquence de 16,17 Hz et cette fréquence, trop basse pour être filtrée par l'inductance des enroulements polaires, influencera de façon non négligeable le faisceau de protons du PS.

Ainsi, le calage des balais de la génératrice devra systématiquement être vérifié après toute rectification du collecteur. Cette vérification devant cependant être faite après avoir "formé" le collecteur pendant une période d'au moins 24 heures, soit 8 heures de fonctionnement à vide, puis 8 heures de fonctionnement à faible charge (courant rémanent de quelques ampères) et 8 heures de fonctionnement à la charge normale en opération.

Il faut vérifier que la ventilation de la salle SGR (Subsidiary Generator Room) est bonne et que la température ambiante de la génératrice "PFW" ne monte pas trop ($< 30^{\circ}\text{C}$), sinon les dilatations des pièces mécaniques dues à la chaleur peuvent agir dans un sens tel que le calage des balais ne soit plus optimum; il faut en effet se rappeler que la rectification du collecteur et le calage des balais ont lieu habituellement à froid.

De même, il est déconseillé de remplacer simultanément tous les balais par des balais neufs, il faut mélanger les balais neufs, que l'on forme au rayon de courbure du collecteur, avec des balais déjà rodés, on obtient ainsi une meilleure stabilité de l'ondulation résiduelle.

L'expérience a montré que, étant donné la forte inductivité (1,68H) de l'enroulement d'excitation, l'ondulation résiduelle apportée par l'électronique de commande est négligeable. Ainsi, pour mesurer l'ondulation résiduelle de la génératrice, plutôt que d'alimenter l'enroulement d'excitation par une batterie d'accumulateurs de forte capacité, on obtient les mêmes résultats en excitant la génératrice par l'intermédiaire de l'armoire ARC et en n'utilisant qu'une petite pile pour la référence au niveau du rack électronique "PFW".

Pour fonctionner avec une référence locale, tourner le bouton noir à cabochon rouge du châssis U-2501 sur la position "local". Pour simuler la commande "start référence", ôter la fiche SK13 de ce châssis et placer un "strap" entre les bornes 1 et 2 de la prise SK13.

Dans le crate CRI, ôter le cavalier de face avant du tiroir U3-4351 et appliquer sur la borne b_2 la référence variable de 0 à -2 V (calibration de l'électronique: 1 V = 30 A).

Le réglage de la position des balais est si délicat qu'il ne peut se faire que lorsque la machine tourne. Aussi, avant de démarrer le groupe selon la procédure de la Section 2, il faut ôter le capot grillagé qui recouvre les balais.

Règles de sécurité

- Délimiter la zone de travail par des barrières rappelant le Danger Haute Tension (la génératrice peut délivrer une tension supérieure à 2000 V).
- NE PAS TRAVAILLER SEUL lorsque le groupe tournant est en marche.
- Se munir de protections auriculaires (casques) pour se protéger du bruit intense du groupe tournant.

Les quatre rangées de balais sont montées sur deux arceaux, chaque arceau supporte deux rangées de balais décalées rigoureusement de 90° , il faut donc desserrer les deux gros boulons reliant ces deux arceaux à droite et à gauche, et agir sur le boulon de guidage situé en haut pour

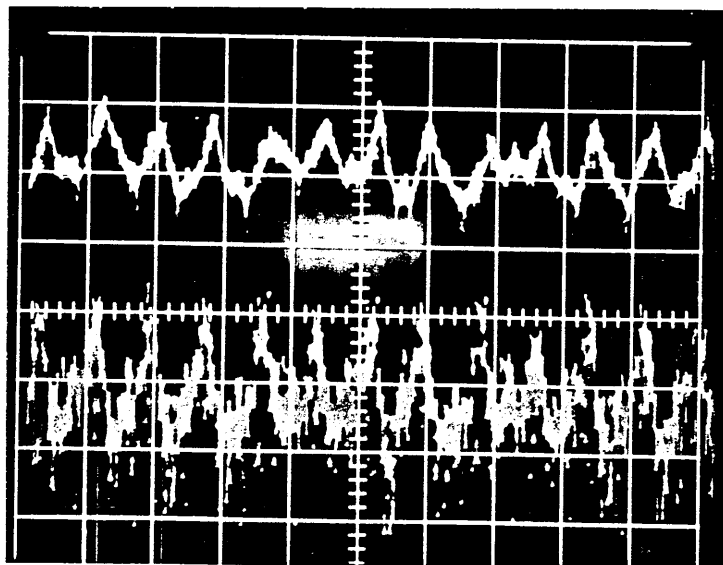
déplacer l'ensemble, de façon à ce que l'angle entre les axes de deux rangées consécutives de balais relatives à deux arceaux différents soit lui aussi rigoureusement égal à 90° .

Avant de procéder aux mesures, laisser fonctionner le groupe de façon stable pendant au moins 10 minutes avec un courant débité de 60 A par branche PFW.

Mesurer l'ondulation résiduelle en courant sur la borne de test b_3 du tiroir U3-4351 ($1 \text{ mV} = 30 \text{ mA}$) et l'ondulation résiduelle en tension sur la borne de test b_3 du tiroir U2-4075 ($1 \text{ mV} = 200 \text{ mV}$).

Chercher la position optimale des axes des balais permettant d'obtenir une ondulation résiduelle de courant inférieure à 60 mA crête à crête (voir photo ci-dessous). Cette position étant trouvée, serrer progressivement tantôt un boulon, tantôt l'autre, tout en surveillant les ondulations résiduelles. Le réglage est tellement sensible que le blocage d'un boulon sans tenir compte du serrage de l'autre entraînerait une détérioration de l'ondulation résiduelle.

Le photo ci-dessous donne un exemple des ondulations résiduelle obtenues lors d'un calage correct des balais ($I^* = -2 \text{ V}$; $I_{\text{PFW}/2} = 60 \text{ A}$).



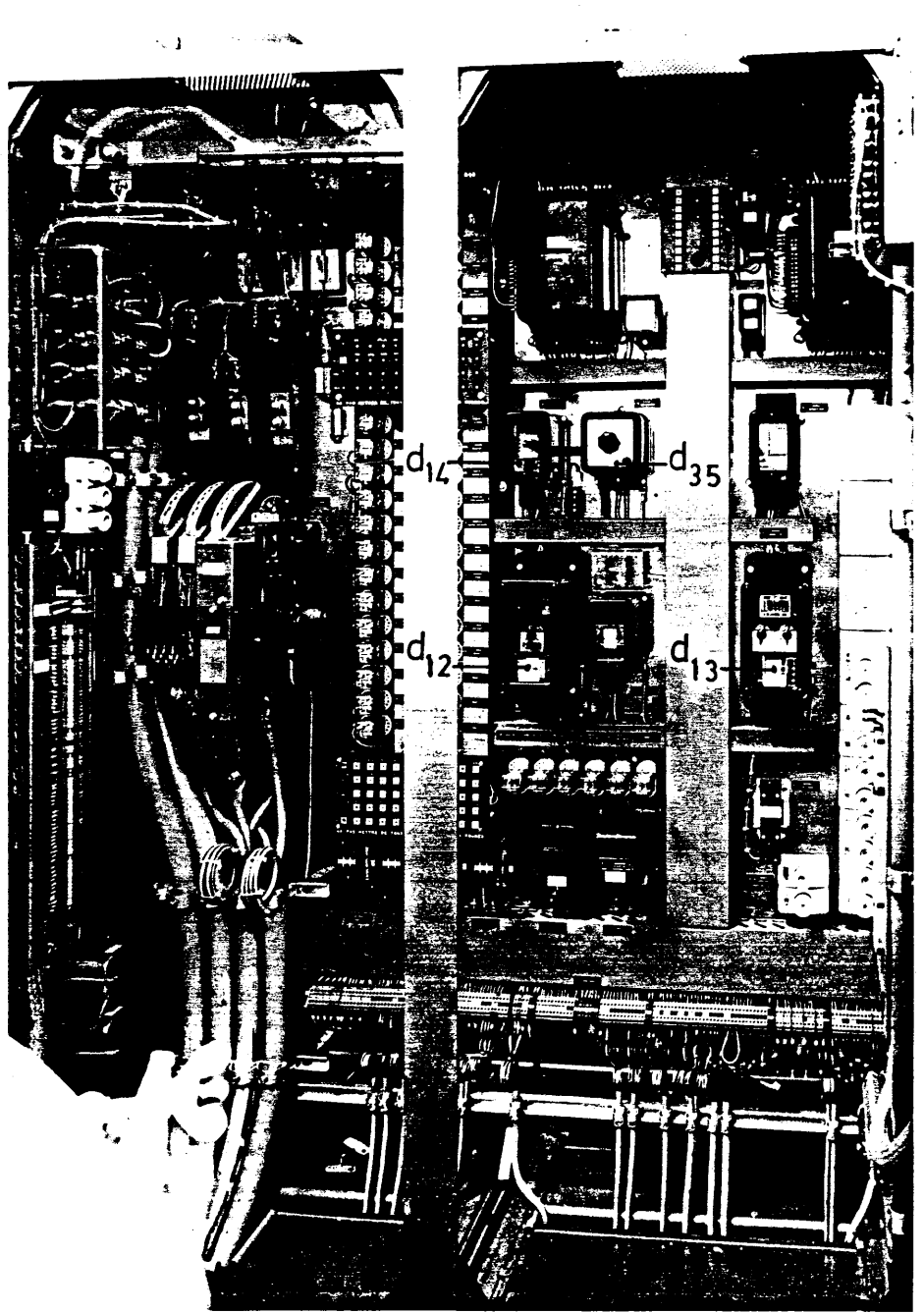
$I_{\text{PFW}/2}$
30 mA/division

U_G
400 mV/division

Base de temps 20 mS/division

ARMOIRE PFW/1

Vue intérieure



XI.2 REGLAGES DANS ARMOIRE PFW/1

La photo de la page XI.4 indique où se trouvent les relais de contrôle et de sécurité (d_{12} , d_{13} , d_{14} et d_{35}) où sont possibles les différents réglages.

XI.2.1 Réglage des limites de surtension (d_{12})

La protection de surtension est assurée par le relais d_{12} , qui commande ensuite le déclenchement du disjoncteur principal a_1 . Le schéma développé (position 1 à 14) PS/SM.14.12.7124.2 montre que dans ce relais est incorporé un pont de redressement, c'est pourquoi les limites de surtensions positives ou négatives assurés par ce relais sont égales en valeur absolue. Il n'y a donc qu'un seul bouton de réglage accessible si l'on enlève le capot en face avant. L'index de ce bouton doit être sur la position 1,6 kV.

La protection de surtension assurée par le relais d_{12} ne peut intervenir en fait qu'en cas de panne de l'électronique, il est en effet prévu dans le tiroir U3-4351 du crate CR1 une limitation automatique (sans déclenchement) de la tension $|U_G|$ de la génératrice ajustée à 1,5 kV (cf. § XI.5.4.3).

Vu l'énergie emmagasinée dans le volant d'inertie de la machine, une surtension non contrôlée dans le circuit de charge de la génératrice pourrait avoir de graves conséquences, c'est pourquoi cette protection de surtension est doublée dans l'armoire PFW/2 par un autre système (relais d_{37} à seuils de diodes Zener) dont les niveaux de déclenchement du disjoncteur principal correspondent, pour les deux polarités, à 1,9 kV en valeur absolue (cf. § XI.3.2).

XI.2.2 Réglage des limites de surintensité (d_{13})

La protection de surintensité est assurée par le relais d_{13} qui commande ensuite le déclenchement du disjoncteur principal a_1 . Le schéma PS/SM.14.12.7124.2 montre que ce relais est équipé de deux bobines différentielles permettant l'ajustage indépendant des seuils positifs et négatifs. Ils sont réglés à la même valeur absolue. Pour accéder aux deux boutons de réglage, il faut enlever le capot de face avant. Sachant que pour 1000 A dans le shunt r_{10} de 60 m Ω ,

les bobines du relais sont parcourues par un courant de 120 mA, pour ajuster les seuils à +800 A et -800 A, il faut placer l'index des boutons de réglage devant la graduation 100 mA.

Comme la protection de surtension, il existe une réduplication de la protection de surintensité assurée également dans le rack électronique; il est en effet prévu dans le tiroir U3-4351 une protection de surintensité $|I_{\text{PFW}}|$ d'une branche d'enroulements polaires ajustée à 300 A (cf. § XI.5.4.4). Cette protection agira à partir de 600 A ou de 1200 A selon que la génératrice "PFW" débite sur 2 ou 4 branches d'enroulements polaires en parallèle. Il faut noter que cette protection électronique n'est pas une simple limitation (comme dans le cas de la limitation de surtension), mais bien une protection puisqu'elle entraîne la mise en inversion immédiate des commandes de portes des redresseurs et le déclenchement après 30 secondes du contacteur C2 de l'armoire ARC. Cette protection, contrairement à celle assurée par le relais d_{13} , est quittanceable par l'ordinateur.

XI.2.3. Réglage du niveau de courant absorbé pendant le démarrage (d_{14})

Pour assurer le démarrage du groupe tournant, le démarreur doit passer de la position 0 à la position 9 de court-circuit; le moteur du démarreur M_{AW} qui assure cette opération permet, s'il n'y a pas d'asservissement manuel ou automatique, d'arriver trop vite à la position 9 de court-circuit, alors que le groupe tournant est encore loin de la vitesse de synchronisme, le courant d'appel atteignant ainsi des valeurs excessives dangereuses pour le moteur d'entraînement. Le but du relais d_{14} est de maintenir le courant d'appel aux alentours de 450 A pendant la montée en vitesse du groupe tournant.

Si le courant absorbé dépasse les 450 A pendant que le démarreur change de position, celui-ci va poursuivre sa manoeuvre jusqu'à la position stable suivante et c'est à ce moment-là que le contact du relais d_{14} commande l'arrêt du moteur M_{AW} du démarreur. Dans ces conditions le courant d'appel peut atteindre une valeur supérieure à 500 A (mais inférieure à 600 A). Au fur et à mesure

que la vitesse du groupe tournant augmente, le courant d'appel diminue, et dès que le courant d'appel devient inférieur à 450 A (le relais d_{14} est un relais à seuil garanti avec une précision de $\pm 3\%$ pendant la descente de la valeur du courant), le relais d_{14} autorise le redémarrage du moteur M_{AW} du démarreur pour atteindre la position suivante.

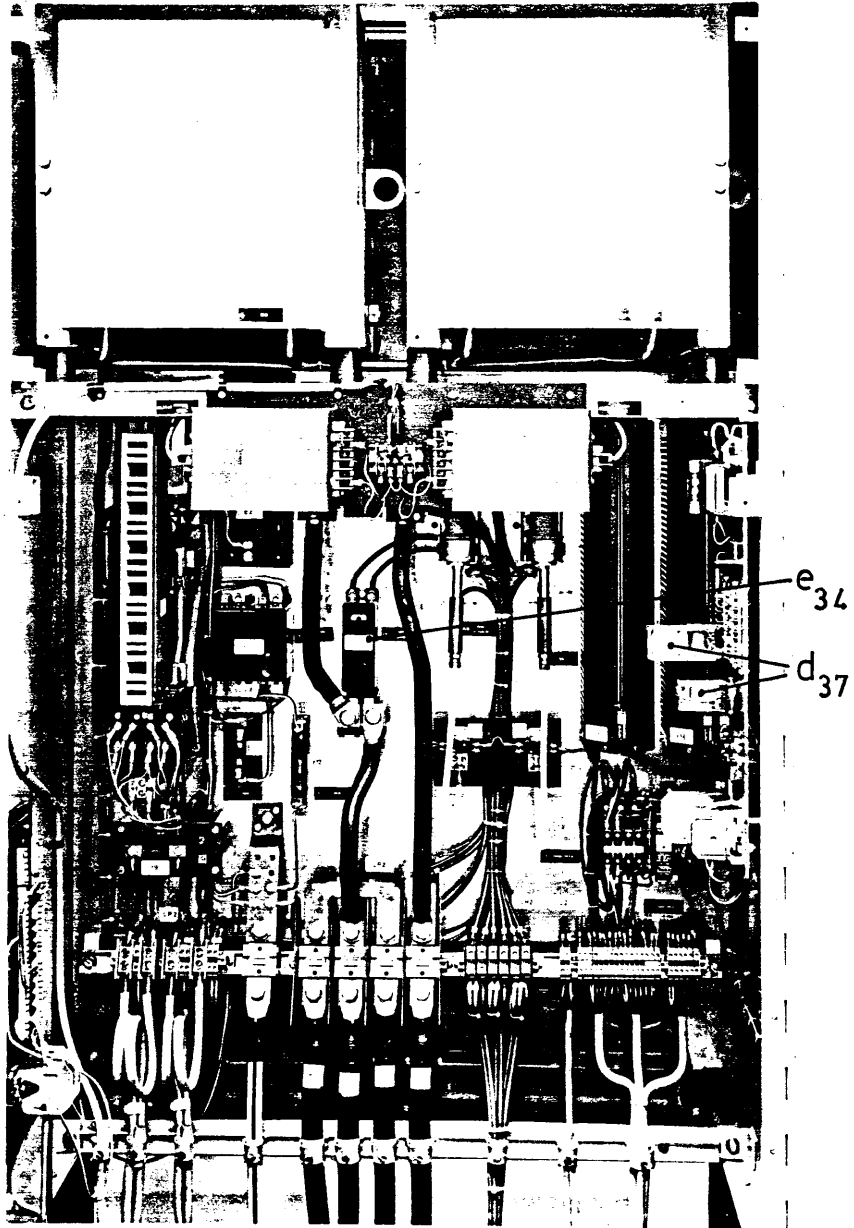
Sachant que pour 600 A au primaire du transformateur de courant F_5 (voir schéma PS/SM.14.12.7124.3), la bobine du relais d_{14} est parcourue par un courant de 5 A, pour ajuster le seuil de la descente du courant d'appel à 450 A, il faut placer l'index du bouton de réglage devant la graduation 3,75 A.

XI.2.4 Réglage de la durée du freinage (d_{35})

Vu la grande inertie du groupe tournant, il y a intérêt à effectuer un freinage électrique pour obtenir l'immobilisation du groupe le plus rapidement possible; par contre, plus la phase de freinage est longue, plus celui-ci est énergique. C'est pourquoi la minuterie d_{35} qui définit la durée du freinage est réglée à sa durée maximale soit 3 minutes. Il est possible, si l'on désire une durée de freinage plus longue, de commander deux séquences de freinage de 3 minutes consécutives (voir Section VI, § VI.3.2.2).

ARMOIRE PFW/2

Vue intérieure



XI.3 REGLAGES DANS ARMOIRE PFW/2

La photo de la page XI.8 indique où se trouvent les éléments réglables (e_{34} , d_{37}) de l'armoire PFW/2.

Règle de sécurité

L'armoire PFW/2 doit être considérée comme une armoire "haute tension", ce sont donc les règles de sécurité relatives à la "haute tension" (HT) qu'il y a lieu d'appliquer dès que l'on intervient dans cette armoire.

XI.3.1. Réglage de la limite du courant efficace (e_{34})

La protection de surcharge du courant I_G de la génératrice est assurée par le bilame e_{34} qui commande ensuite le déclenchement du disjoncteur principal a_1 .

La vis de réglage est accessible si l'on enlève le capot noir de protection, elle est calée de façon à assurer un déclenchement pour un courant efficace de 280 A. La plage de réglage permettrait d'aller jusqu'à 300 A.

XI.3.2. Protection de surtension génératrice (relais à seuil Zener d_{37})

Comme nous l'avons vu au § XI.2.1, cette protection, qui vient doubler celle qui existe dans l'armoire PFW/1, est assurée par la plaquette des relais d_{37} (d_{37A} et d_{37B}).

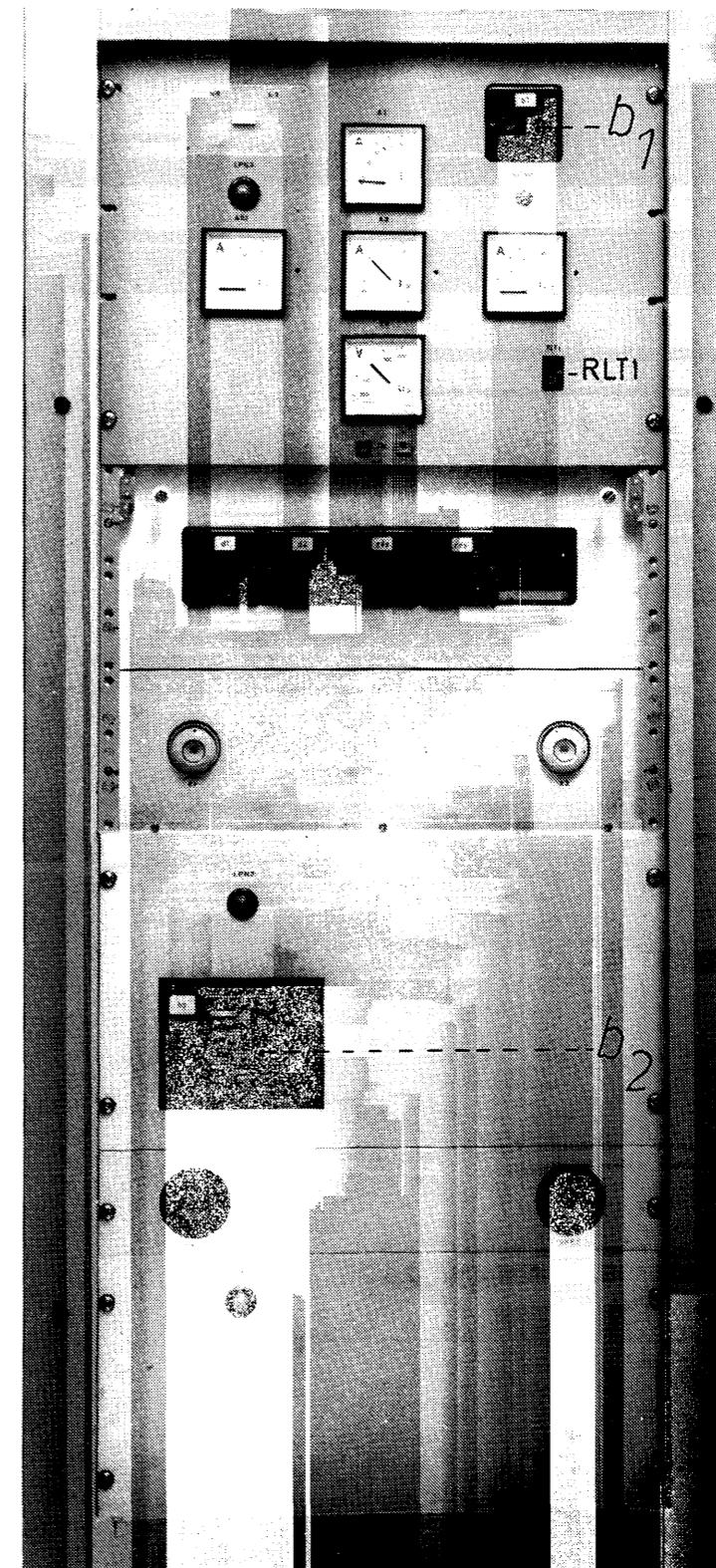
Le schéma PS/SM.14.27.7159.4 montre où se trouvent les ponts A^+ , A^- et B^- qui permettent les ajustages par bonds des seuils de surtension.

Le schéma PS/SM.14.19.7160.4 indique comment le pont B^- permet de différencier les seuils positifs et négatifs. Comme nous choisissons la même valeur absolue des seuils de surtension positifs et négatifs, ce pont B^- ne sera pas monté.

Le schéma PS/SM.14.19.7161.4 donne le calcul du pont diviseur. Pour ajuster les seuils à +1,9 kV et -1,9 kV, il faut placer les ponts A^+ et A^- sur les positions 2.

ARMOIRE ARC

Panneau droit



XI.4. REGLAGES DANS ARMOIRE ARC

XI.4.1. Réglage du courant efficace d'excitation (RLT1)

La protection de surcharge du courant d'excitation I_R de la génératrice est assurée par le relais thermique RLT1 (cf. schéma synoptique PS/SM.14.27.7168.3). Celui-ci entraîne, en cas de surcharge, la mise en inversion immédiate des commandes de portes et le déclenchement après 30 secondes (temporisation réglée comme nous le verrons au § XI.4.2. par la minuterie MN) du contacteur C2.

La vis du réglage est facilement accessible si l'on ouvre la porte droite de l'armoire ARC (voir photo de la page XI.12), elle est calée sur sa butée inférieure de façon à agir pour un courant efficace de 10 A.

XI.4.2. Réglage du retard au déclenchement du contacteur C2 (MN)

En cas de défaut, il n'y a pas intérêt à déclencher instantanément le contacteur C2, car la forte énergie magnétique emmagasinée dans l'enroulement d'excitation de la génératrice "PFW" mettrait plusieurs dizaines de secondes à se dissiper dans les résistances r_5 et r_6 de l'armoire PFW/2 et la résistance R_B de l'armoire ARC (cf. schéma synoptique PS/SM.14.27.7168.3). Il est donc prévu de renvoyer sur le réseau l'énergie magnétique emmagasinée dans l'enroulement d'excitation en commandant la mise en inversion des ponts redresseurs; et le contacteur C2 n'est déclenché que lorsque le courant d'excitation résiduel est jugé négligeable, c'est-à-dire au bout de 30 secondes seulement.

C'est la minuterie MN qui permet l'ajustage à 30 secondes de cette temporisation de 30 secondes. Elle est située derrière le panneau avant droit et est accessible en ouvrant la porte latérale droite.

XI.4.3 Réglage de la vitesse des ventilateurs (AT1)

Le refroidissement de l'armoire ARC est assuré par deux ventilateurs MV1 et MV2 (cf. schéma synoptique PS/SM.14.27.7168-3). Un compromis permettant d'obtenir un débit d'air suffisant, pour refroidir les radiateurs des thyristors, tout en minimisant le niveau sonore des ventilateurs est obtenu en agissant sur la tension d'alimentation de leur moteur d'entraînement. Cela est réalisé grâce à l'auto-transformateur AT1 qui est situé en haut à l'arrière de l'armoire ARC, il est accessible en ouvrant la porte arrière gauche. Sa position de réglage correspond à une tension secondaire de 70 V mesurable grâce aux deux plots de mesure situés sur sa plaquette-support.

XI.5 REGLAGES DANS PACK ELECTRONIQUE "PFW"

XI.5.1 Réglage des tensions de décalage dans le châssis U-2501

Le circuit imprimé du châssis U-2501 possède trois amplificateurs opérationnels IC1, IC3 et IC4 (cf. schéma synoptique PS/SM.14.27.7182.3) qui permettent la transmission au MCR des signaux analogiques respectivement U_G , $I_{PFW/2}$, $U_{réf.}$. Chacun de ces amplificateurs opérationnels a son potentiomètre d'ajustage de la tension de décalage (ou tension d'offset). Ce réglage se répétant très souvent dans le rack électronique "PFW", nous rappelons une fois pour toutes la procédure de réglage des tensions de décalage (ou tensions d'offset):

- court-circuiter et mettre à la masse le signal d'entrée de l'amplificateur opérationnel;
- observer sa tension de sortie;
- agir sur le potentiomètre d'ajustage de la tension de décalage pour ramener à zéro la tension de sortie.

Ce réglage s'effectue ici à l'aide des trois potentiomètres P1, P3 et P4 relatifs respectivement aux circuits intégrés IC1, IC3 et IC4.

XI.5.2 Réglage des tensions d'alimentation +15 V (U3-4345)

Il est possible d'ajuster avec précision les tensions d'alimentation délivrées par les tiroirs U3-4345.

Il suffit de monter ces tiroirs sur un prolongateur, et les potentiomètres P1 d'ajustage de la tension +15 V et P2 d'ajustage de la tension -15 V sont accessibles.

Règle de sécurité valable pour tous les tiroirs du rack électronique

Ne jamais tirer ou remettre un tiroir lorsque le rack électronique est sous-tension.

Auparavant déclencher le disjoncteur b2 puis le disjoncteur b1 dans l'armoire ARC.

La vérification des tensions à l'aide d'un voltmètre numérique peut se faire facilement grâce aux bornes de test situées en face avant des tiroirs U3-4345.

Règle de sécurité

Toujours travailler à deux lors de ces réglages.

Les tiroirs délivrant les tensions auxiliaires sont alimentés par le réseau 3 x 380 V^o, bien que les circuits de ce réseau soient isolés, un risque potentiel existe toujours.

Les tensions auxiliaires doivent être ajustées à 15 V \pm 100 mV excepté pour la tension -15 V du tiroir U3-4345 du crate CR2 qui doit être ajustée à \pm 10 mV, en raison de la précision nécessaire pour les générateurs de rampes.

XI.5.3 Réglage des tensions d'alimentation +5 V (U3-4346/A, U3-4346/B)

Dans les tiroirs U3-4346(A) et U3-4346(B) il n'est possible d'ajuster que les tensions +5 V. Les autres tensions +35 V (tiroir U3-4346/A) et +26 V (tiroirs U3-4346/B) ne sont pas régulées.

Il suffit de monter ces tiroirs sur un prolongateur, et le potentiomètre P1 d'ajustage de la tension +5 V est accessible.

ATTENTION: Le tiroir U3-4346(A) du crate CR1 qui délivre les tensions 5 V et 35 V n'est pas interchangeable avec les tiroirs U3-4346(B) du crate CR2 qui, eux, délivrent les tensions 5 V et 26 V.

La vérification des tensions à l'aide d'un voltmètre peut se faire facilement grâce aux bornes de test situées en face avant de ces tiroirs.

Règle de sécurité

Toujours travailler à deux lors de ces réglages.

Les tiroirs délivrant les tensions auxiliaires sont alimentés par le réseau 3 x 380 V $\sqrt{3}$, bien que les circuits de ce réseau soient isolés, un risque potentiel existe toujours.

Les tensions +5 V doivent être ajustées à ± 100 mV près.

XI.5.4 Réglages dans tiroirs de régulation de courant (U3-4351)

XI.5.4.1 Réglage des tensions de décalage

Nous ne reviendrons pas sur le principe de réglage des tensions de décalage (ou tensions d'offset), il a été décrit au § XI.5.1. Les tensions de décalage des circuits intégrés IC1, IC2 et IC8 (cf. schéma PS/SM.14.12.7208.2) se règlent à l'aide des potentiomètres respectifs P3, P4 et P6. Ces potentiomètres ne sont accessibles que si le tiroir U3-4351 est monté sur un prolongateur, pour installer le prolongateur il faut déclencher l'alimentation du rack électronique comme indiqué au § XI.5.2.

Compte tenu de la tension de décalage non nulle et non réglable du circuit intégré IC3, la tension de décalage du circuit intégré IC1 ne doit pas être réglée à 0 par le potentiomètre P1, mais à +8 mV pour permettre de réguler un courant de sortie $I_{\text{PFW}/2}$ nul lorsque la référence est à zéro.

Par contre, les tensions de décalage des circuits intégrés IC1 et IC2 sont ajustées normalement à 0 par les potentiomètres P4 et P8.

XI.5.4.2 Réglage du gain de la boucle de courant

Il faut se rappeler que dans tous les cas la référence issue du GFA (Générateur de Fonction Autonome) est telle que $10 \text{ V} = 300 \text{ A}$. Si donc le courant est lu à partir d'un shunt de calibre $10 \text{ V} = 1000 \text{ A}$ le gain de l'amplificateur A2 doit être 3,333, il faut prendre pour R7 et R9 des résistances Vishay (0,01%) de $6,0 \text{ k}\Omega$. Par contre, si le courant est lu à partir d'un DCCT (Direct Current Current Transformer) de calibre $10 \text{ V} = 400 \text{ A}$, le gain de l'amplificateur A2 doit être 1,333, il faut prendre pour R7 et R9 des résistances Vishay de $15,0 \text{ k}\Omega$.

Malgré toutes les précautions prises (utilisation de résistances Vishay pour les résistances R1, R2, R5, R7, R9, R12, R21 à R24, emploi d'amplificateurs A1 et A2 à faible dérive), il se peut que les calibrations $1 \text{ V} = 300 \text{ A}$ entre la référence du GFA et la lecture du DCCT ne coïncident pas exactement, c'est pourquoi il est prévu d'ajuster ces calibrations à l'aide du potentiomètre P7 qui, lui-même, est un potentiomètre Vishay à très faible dérive.

La procédure de réglage est la suivante:

- tourner le bouton du châssis U-2501 sur la position "local";
- ôter la fiche SK13 du châssis U-2501 et placer un strap entre les broches 1 et 2 de la prise SK13;

- ôter le cavalier qui relie les bornes b_1 et b_2 en face avant du tiroir U3-4351 (voir dessin PS/SM.14.30.7207.4);
- appliquer une tension continue de $-1,666$ V sur la borne b_2 (ce qui correspond à un courant de $+50$ A par branche PFW);
- agir sur le potentiomètre P7 de façon à lire également $1,666$ V sur la borne b_3 à l'aide du même voltmètre numérique utilisé pour la lecture sur la borne b_2 ;
- remettre en place le cavalier entre les bornes b_1 et b_2 ainsi que la prise SK13, lorsque le réglage est terminé.

XI.5.4.3 Réglage des limites de surtension

La tension de sortie de la boucle de régulation de courant (borne de test b_4) est limitée par des butées réglables électroniquement. Comme cette tension de sortie sert de référence à la boucle de régulation de tension de sortie, la tension de sortie U_G se trouve par là-même limitée. Les butées positives et négatives égales en valeur absolue sont ajustées par le même potentiomètre P1 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7207.4). Le point milieu de ce potentiomètre est ajusté à $-7,5$ V, ce qui correspond à une lecture sur la borne de test b_5 de $+7,5$ V; compte tenu de la calibration de la tension ($U_G : 1 \text{ V} = 200 \text{ V}$), cela conduit à une limitation de tension $|U_G|$ de 1500 V. Cette limitation automatique sans déclenchement doit agir normalement avant les protections de surtension des armoires PFW/1 et PFW/2 (cf. § XI.2.1 et XI.3.2).

XI.5.4.4 Réglage de la protection de surintensité

En cas de détection d'un courant de crête excessif dans une branche PFW, une alarme (niveau +15 V) est envoyée dans le tiroir d'indication de défauts U2-4383 (voir Section IX, § IX.4.7). La valeur absolue de la limite du courant I_{PFW} autorisé est ajustée par le potentiomètre P2 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7207.4). Le point milieu, de ce potentiomètre est ajusté à +10 V, lu sur la borne de test b_6 ; compte tenu de la calibration du courant ($I_{PFW} : 1 \text{ V} = 30 \text{ A}$), cela correspond à une limitation de courant $|I_{PFW}|$ de 300 A par branche. Cette limitation agira normalement avant ou après la protection de surintensité de l'armoire PFW/1 suivant que la génératrice "PFW" débite sur 2 ou 4 branches PFW en parallèle (cf. § XI.2.2). Contrairement aux protections de l'armoire PFW/1, cette alarme est quittançable par l'ordinateur.

XI.5.5 Réglages dans tiroir de régulation de tension (U2-4075)

XI.5.5.1 Réglage des tensions de décalage

Nous ne reviendrons pas sur le principe de réglage des tensions de décalage, il a été décrit au § XI.5.1.

Les tensions de décalage des circuits intégrés IC1 et IC2 (cf. schéma PS/SM.14.12.7211.2) se règlent à l'aide des potentiomètres respectifs P3 et P4. Ces potentiomètres ne sont accessibles que si le tiroir U2-4075 est monté sur un prolongateur, pour installer le prolongateur il faut déclencher l'alimentation du rack électronique comme indiqué au § XI.5.2.

XI.5.5.2 Réglage des limites du courant d'excitation

Comme la tension de sortie de la boucle de régulation de tension (borne de test b_4), qui sert de référence à la boucle de régulation de courant d'excitation, est limitée par des butées réglables électroniquement, le courant d'excitation I_E se trouve

par là-même limité.

Les butées positives et négatives égales en valeur absolue sont ajustées par le même potentiomètre P1 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7209.3). Le point milieu de ce potentiomètre est ajusté à -2,2 V, ce qui correspond à une lecture sur la borne de test b₅ de +2,2 V; compte tenu de la calibration du courant d'excitation et du gain des transistors T1 et T2, cela conduit à une limitation de courant $|I_E|$ de 27,5 A.

XI.5.5.3 Réglage de la protection de surintensité du courant d'excitation

En cas de détection d'un courant de crête excessif dans le circuit d'excitation de la génératrice "PFW", une alarme (niveau +15 V), est envoyée dans le tiroir d'indication de défauts U2-4383 (voir Section IX, § IX.4.7). La valeur absolue de la limite du courant I_E autorisé est ajustée par le potentiomètre P2 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7209.3). La position de ce potentiomètre est telle que (voir schéma PS/SM.14.12.7211.2):

$$\frac{\text{Valeur de P2 (entre 1 et 2)} + R_{42}}{\text{Valeur de P2 (entre 1 et 3)} + R_{42}} = 0,7$$

Comme le seuil de basculement des comparateurs à hystérésis A4 et A5 est égal au seuil de +2,2 V (borne de test b₅) réglé par le potentiomètre P1, ceux-ci déclencheront une alarme lorsque le courant d'excitation dépassera la valeur suivante (puisque la calibration du courant I_E est: 1 V \Rightarrow 10 A):

$$\frac{22}{0,7} = 31,5 \text{ A.}$$

Cette alarme est quittançable par l'ordinateur.

XI.5.6 Réglages dans tiroir de régulation de courant I_E
et de tension U_R (U2-4076)

XI.5.6.1 Réglage des tensions de décalage

Les tensions de décalage (ou tensions d'offset) des amplificateurs opérationnels A4 et A6 (cf. schéma PS/SM.14.12.7214.2) se règlent à l'aide des potentiomètres respectifs P5 et P1. Ces potentiomètres ne sont accessibles que si le tiroir U2-4076 est monté sur un prolongateur; pour installer le prolongateur il faut déclencher l'alimentation du rack électronique comme indiqué au § XI.5.2.

XI.5.6.2 Réglage des limites du signal d'entrée de la commande de portes

Les tensions de sortie des boucles de régulation de courant I_E (borne de test b_4) et de tension U_R (borne de test b_5) sont limitées par les mêmes butées réglables électroniquement. Comme la tension de sortie de la boucle de régulation de tension sert de référence à la commande de portes, si l'on veut que l'excursion de l'angle d'allumage α reste compris entre 30° et 150° , cette tension de sortie doit varier entre -6 V et $+6$ V (cf. Section IX, § IX.5.5). Le point milieu du potentiomètre P4 doit donc être ajusté à -6 V, ce qui correspond à une butée positive de $+6$ V (plot de test TP 1) et à une butée négative de -6 V (plot de test TP2).

Pour éviter les transitoires à l'enclenchement, il y a intérêt à limiter à zéro les tensions de sorties des amplificateurs opérationnels A5 et A7 pendant que le signal de référence n'est pas appliqué à l'alimentation (relais RL1 en position de repos). C'est pour cela le point milieu du potentiomètre P3 doit appliquer à l'entrée de l'amplificateur opérationnel A12 une tension opposée à la tension du point milieu du potentiomètre P4. Le point milieu du potentiomètre P3 est donc réglé à $+6$ V, en fonctionnement lorsque le relais RL1 est en position de travail, ce qui correspond à une tension de $4,4$ V lorsque ce relais est en position du repos.

XI.5.6.3 Réglage du gain de la boucle de tension U_R

Le potentiomètre P7 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7212.3) permet d'agir simultanément sur le gain et la fréquence de coupure de la chaîne directe de régulation de tension U_R (cf. Section IX, § IX.4.10). Pour les caractéristiques optimales de stabilité et de précision ce potentiomètre est ajusté à une valeur de 100 k Ω .

XI.5.7 Réglages dans le tiroir de commande des gains de boucles (U4-4387)

Le tiroir U4-4387 comporte essentiellement 3 potentiomètres accessibles en face avant (voir schéma PS/SM.14.29.7189.4).

XI.5.7.1 Réglage de la tension de décalage de la boucle de régulation de tension

Le potentiomètre P1 permet d'appliquer une tension de polarisation à l'entrée de la boucle de régulation de tension U_G ; comme nous désirons pouvoir réguler aux alentours d'une tension nulle, la tension de polarisation est réglée à zéro, le potentiomètre est donc positionné au milieu de sa plage de variation, soit sur le repère 0,5 (cf. schéma PS/SM.14.12.7215.3).

XI.5.7.2 Réglage du gain de la boucle de tension

Le potentiomètre P2 permet d'ajuster le gain de la boucle de régulation de tension U_G pour obtenir la meilleure stabilité; pour cela, il a fallu réduire au minimum le gain de cette boucle, le potentiomètre est positionné à 0 (cf. Section IX, § IX.4.9).

XI.5.7.3 Réglage du gain de boucle de courant I_E

Le potentiomètre P3 permet d'ajuster le gain de la boucle de régulation de courant I_E pour obtenir la meilleure stabilité; pour cela, ce potentiomètre a été positionné sur le repère 0, 27, ce qui correspond environ à 135 k Ω (cf. Section IX, § IX.4.10).

XI.5.8 Réglages dans le tiroir adaptateur, limiteur de rampe (U1-4064).

XI.5.8.1 Réglage du limiteur de rampe

Le potentiomètre P1 accessible en face avant (cf. dessin PS/SM.14.30.7224.3) permet de modifier les caractéristiques du limiteur de rampe ("rate limiter" sur le schéma PS/SM.14.12.7226.2) en agissant sur le courant de charge du condensateur C4 (cf. Section IX, § IX.5.5). Ce potentiomètre est ajusté à 35 k Ω .

La procédure de réglage est la suivante:

- tourner le bouton du châssis U-2501 sur la position "local"
- déclencher la puissance de l'armoire ARC en y déclenchant le disjoncteur b₂;
- basculer l'inverseur SW1 de face avant du tiroir U1-4064 sur la position "externe";
- appliquer sur la borne de test b₁ un signal extérieure rectangulaire variant de +6 V à -6 V;
- agir sur le potentiomètre P1 pour obtenir la pente souhaitée en observant à l'oscilloscope le signal sur la borne de test b₂; remettre l'inverseur SW1 sur la position "interne" lorsque le réglage est terminé.

XI.5.8.2 Réglage du gain des deux voies de commandes de portes

Malgré les précautions prises par l'emploi de résistances à 1% pour contre-réactionner les circuits intégrés IC3 (R13, R15, R18 et R19) et IC5 (R36, R40, R43 et R44), il se peut que les tensions de sortie U_{α}^A et U_{α}^B ne vérifient pas avec précision la relation: $U_{\alpha}^A = -U_{\alpha}^B$ pour $\Delta U_{\alpha} = 0$. Pour ce réglage, il est possible d'utiliser la procédure de réglage définie ci-dessus (§ XI.5.8.1) en court-circuitant le signal ΔU_{α} (point de test TP4 à la masse) et en appliquant sur la borne b₁ un signal extérieur continu de 5 V à la place d'un signal rectangulaire. Il suffit alors d'agir sur le potentiomètre P2, qui ajuste le gain de l'inverseur A2, pour arriver à lire sur les bornes

de test b_3 et b_4 , à l'aide du même voltmètre numérique, des tensions opposées, mais de même valeur absolue (à quelques millivolts près).

XI.5.8.3 Réglages du retard au blocage des impulsions

La commande en inversion par un niveau 0 V sur l'une des entrées A7, A8 ou A9 du tiroir U1-4064 (voir schéma PS/SM.14.12.7226.2) fait passer immédiatement les deux tensions de sortie U_α^A et U_α^B en butée négative (cf. Section IX, § IX.5.5), mais en même temps commande, après une temporisation définie par le réseau P3, R31, C12, le blocage ("blocking") de toutes les impulsions. Le potentiomètre P3 n'étant pas accessible en face avant, il faut, comme pour le réglage du potentiomètre P2, utiliser un prolongateur moyennant les précautions indiquées au § XI.5.2. Le potentiomètre P3 permet d'ajuster ce retard au blocage ("blocking delay") de 0,15 à 2,35 secondes, il est ajusté à sa valeur maximale de 100 k Ω , ce qui correspond au retard de 2,35 secondes.

XI.5.8.4 Réglages des limites de l'angle de conduction

L'angle de conduction α des ensembles-redresseurs est directement lié aux tensions de commande U_α^A et U_α^B (cf. Section IX, § IX.5.4. et IX.5.5). Ainsi, lorsque les tensions U_α^A et U_α^B sont limitées entre -5,5 V et + 5,5 V, les angles de conduction correspondants sont limités entre 145° et 35° (si ces limites ne sont pas corrigés par le signal ΔU_α , soit si $\Delta U_\alpha = 0$). Le potentiomètre P5 accessible en face avant permet de régler simultanément la butée positive et la butée négative, son point milieu doit donc être ajusté à -5,5 V, ce qui correspond à +5,5 V au point de test TP5.

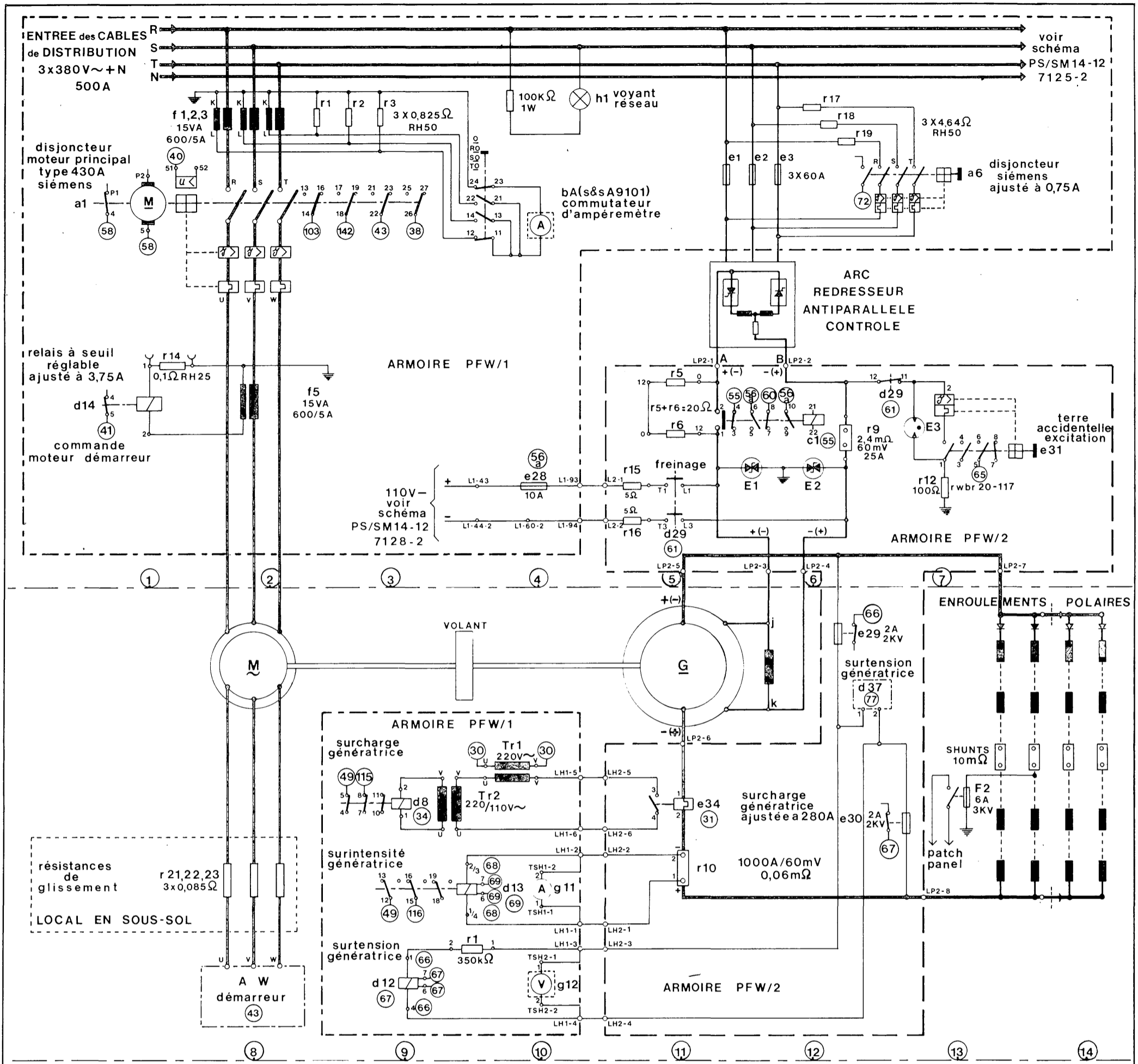
Nota: Le potentiomètre P4, accessible en face avant, est inutilisé, il était initialement prévu pour ajuster la tension "d'offset" de ΔU_α .

XI.5.9 Réglage des commandes de portes (tiroirs U1-4015, U1-4044, U1-4048).

Les commandes de portes (ou "Gate Control") se composent d'un tiroir multiplicateur de fréquence U1-4015, qui permet d'obtenir une fréquence égale à 12 fois celle du réseau, deux tiroirs U1-4044, générateurs de 12 rampes et de 12 impulsions, à raison d'un tiroir pour chacun des deux ensembles-redresseurs antiparallèles RC1 et RC2, et quatre tiroirs U1-4048 amplificateurs de 6 impulsions chacuns, à raison par conséquent de deux de ces tiroirs par ensemble-redresseur.

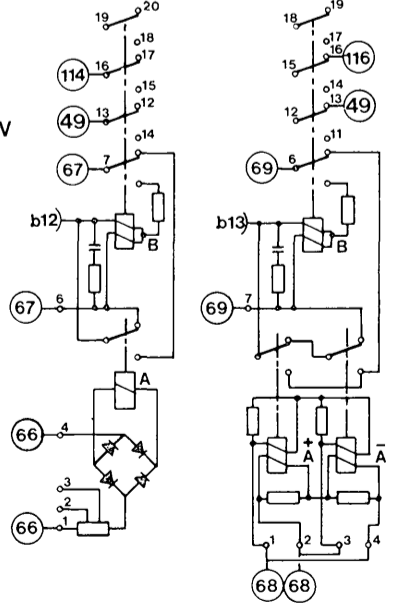
Seuls les tiroirs U1-4015 et U1-4044 nécessitent des réglages qui ne peuvent s'effectuer qu'en laboratoire à l'aide d'un circuit imprimé de test ("Test Print") selon la note PS/ED/Note 77-1 de R. Hoh. Cependant le réglage du potentiomètre P1 du tiroir U1-4015 (voir schéma PS/SM.14.31.7228.0) doit se faire avec le tiroir monté sur prolongateur dans le crate CRL, de façon à ce que la tension de sortie U_R des redresseurs soit nulle ($U_R = 0$) en l'absence de tension de contrôle, c'est-à-dire avec le commutateur SW1 du tiroir U1-4064 en position "externe", la borne b_1 de ce tiroir étant réunie au 0 V.

Par ailleurs, étant donné la descente rapide du courant pulsé demandé en opération, les deux tiroirs U1-4044 ne sont pas rigoureusement identiques, les 12 rampes relatives à l'ensemble-redresseur RC2 doivent être en avance de 300 μ s environ sur les 12 rampes relatives à l'ensemble-redresseur RC1. C'est la condition nécessaire pour obtenir une descente du courant de la génératrice rapide, stable et reproductible. Puisque plus on diminue la résistance R9 (voir schéma PS/SM.14.12.7231.1), plus la rampe obtenue est en retard sur le réseau, le retard de 300 μ s est obtenu en montant dans le module a des tiroirs U1-4044 une résistance R9 = 2,61 k Ω pour le tiroir relatif à l'ensemble-redresseur RC1 et R9 = 5,11 k Ω pour le tiroir relatif à l'ensemble-redresseur RC2. Pour les autres modules, le réglage est conforme à la note PS/ED/Note 77-1.



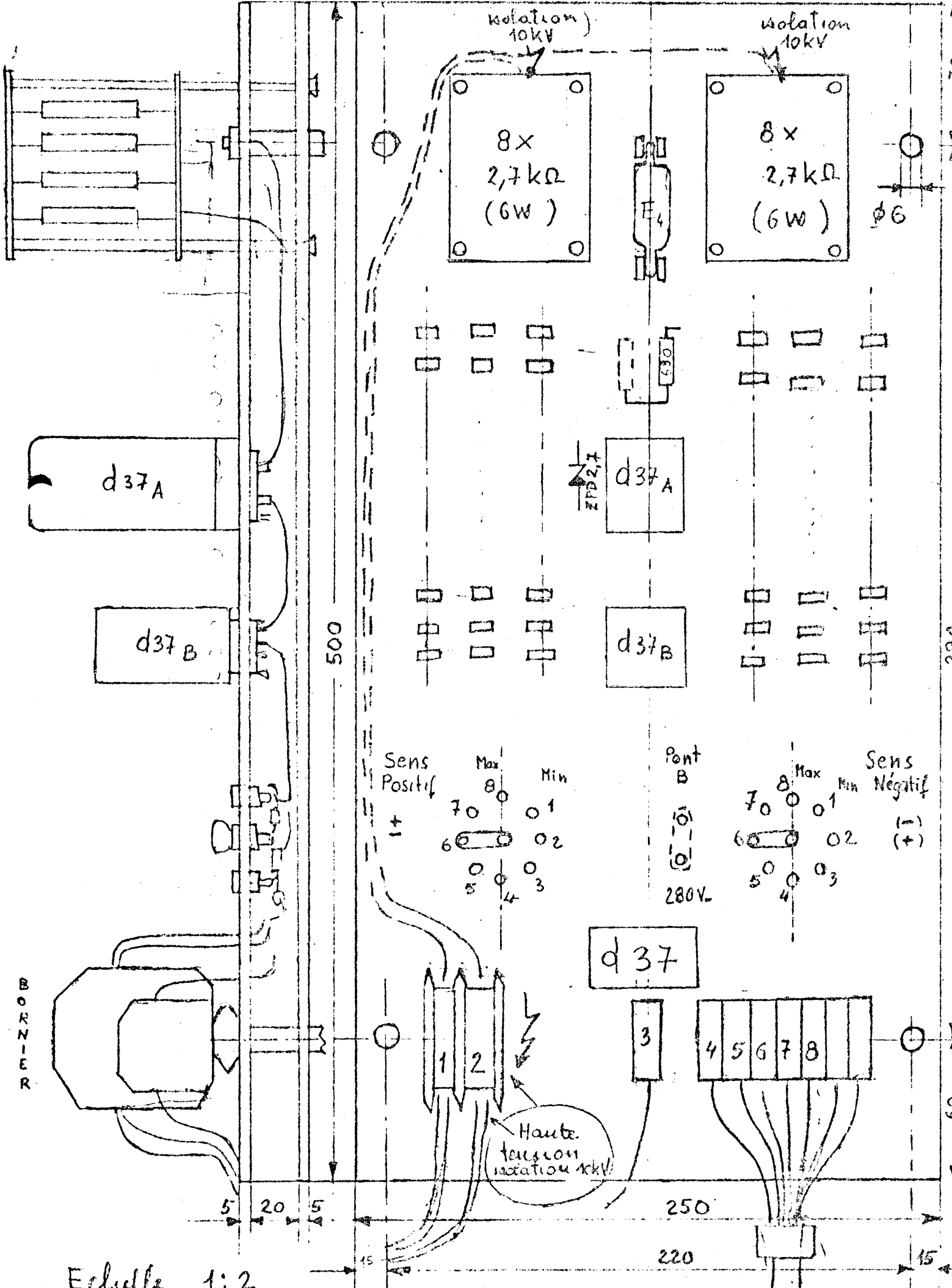
d12
⑨
surtension génératrice ajustée à 1,6KV

d13
⑩
surintensité génératrice ajustée à ±800A



- limite armoire PFW/1
- limite armoire PFW/2
- local en sous-sol (power house)

Ensemble Générateur "PFW"	Ensemble Armoire PFW/1	Nom-Name	Date	Issue
Alimentation pulsée pour enroulements polaires		Dessiné DELAHERA	3-11-77	
Schéma développé positions : 1 à 14		Contrôlé D.C.	19.2.77	
				A
				B
				C
ORGANISATION EUROPÉENNE POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH CERN LAB CH-1211 GENÈVE 23		PS/SM14-12.7124-2 (ancien PS-ED-118-58-3)		



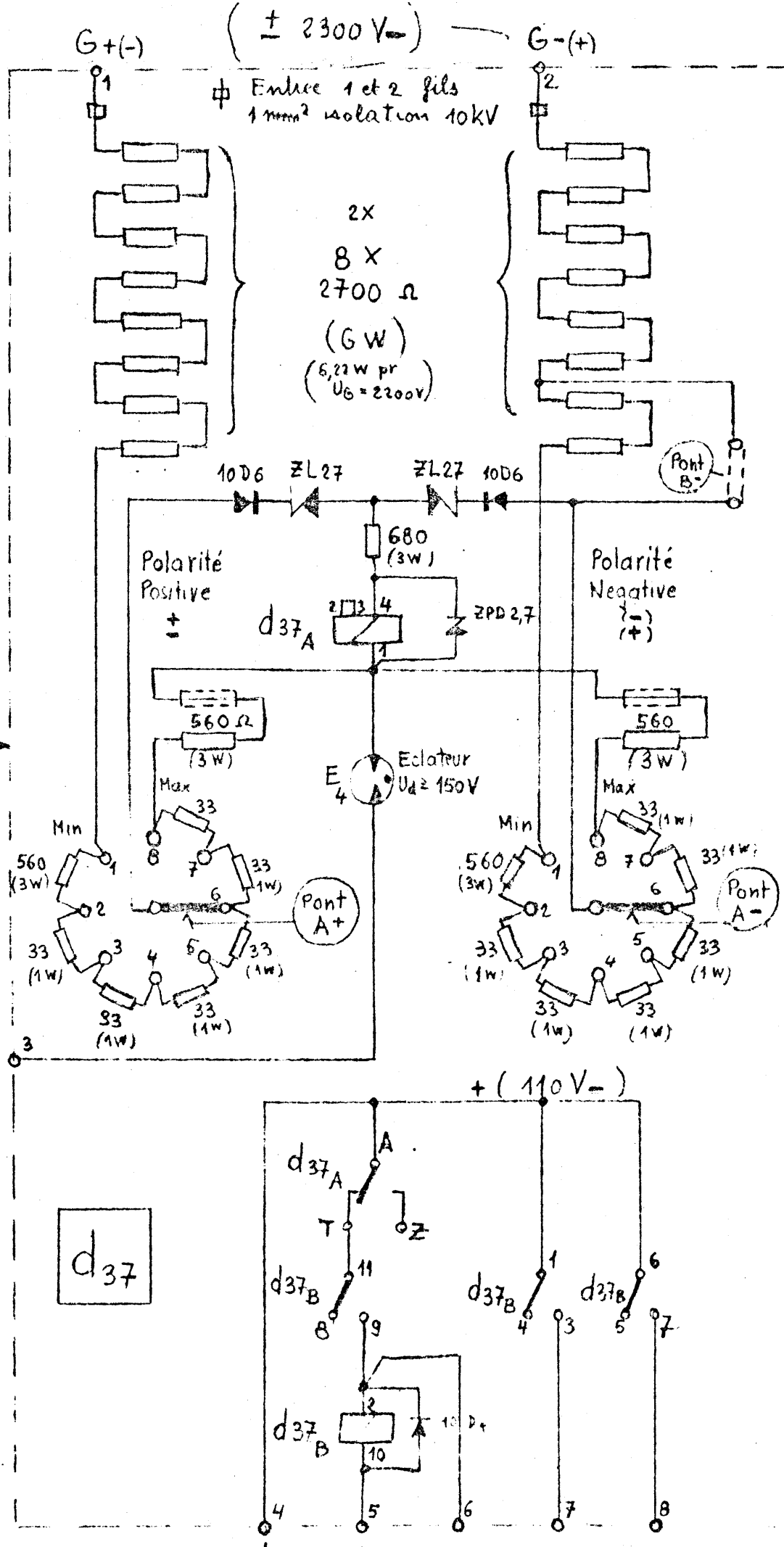
Echelle 1:2

26.J.76

GENERATRICE "PFW"
 ARMOIRE PFW12

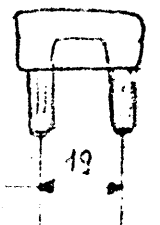
SYSTEME DE PROTECTION SURTENSION GENERATRICE
 (Relais à seuil zener d 37)
 PS 15M 1L 92 3 159 11

$R_{tot} = 45836 \Omega$
 pr. $U_G = 2200V$
 $P_{tot} = \frac{U_G^2}{R_{tot}}$
 $= 105,53 W$
 $P/R = 0,0023 W/\Omega$



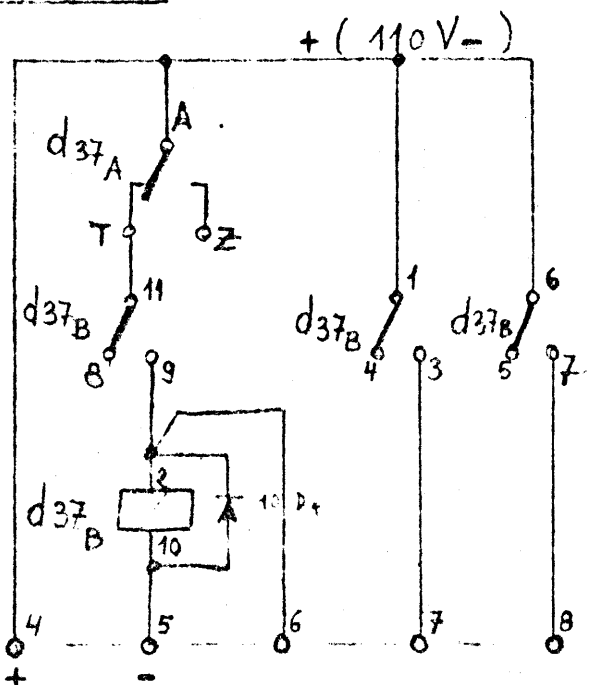
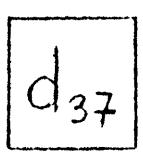
1,29 W pr $U_G = 2200V$

Ponts:
A+, A-, B-



d37 A :
 Relais
 Siemens type.
 V 23067 -
 A 1057 -
 Z 102

d37 B :
 Relais
 ELeSta
 KR-11 S
 bobine 110V-



SCHEMA DE CABLAGE

PS/SH. 14. 19
 7 160 - 4

(Relais à souder zener d37)

PROTECTION SURTENSION GENERATRICE « PFW »

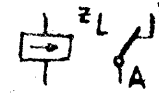
Relais à seuil « Zener » d 37

Calcul du pont diviseur

PS/SM. 14. 127161-4

Avec Relais Siemens

type: V23067 - A 1057 - Z 102



Bobines N° 057:

Prix: ~ 115 Fr/p.

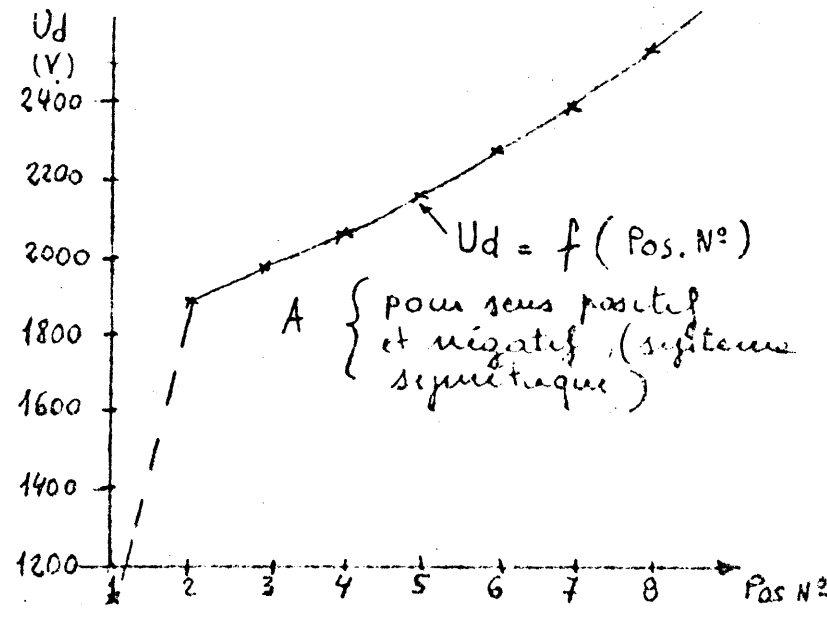
N° bobines	R _b = R ₃ (Ω)	W (Sp. us)	Cond. φ (mm)	Débit N°	Fine N°
I	110	1250	0,10 CuL	1	2
II	110	1250	"	3	4
III	110	1250	"	6	5
IV	110	1250	"	8	7
V	1300	5000	"	9	10

Pour: (I + II) et U_Z = 28 V
 R_b = 220 Ω A_{Wd} = 5 Atours
 W = 2500 spires I_d = I₃ = 2 mA

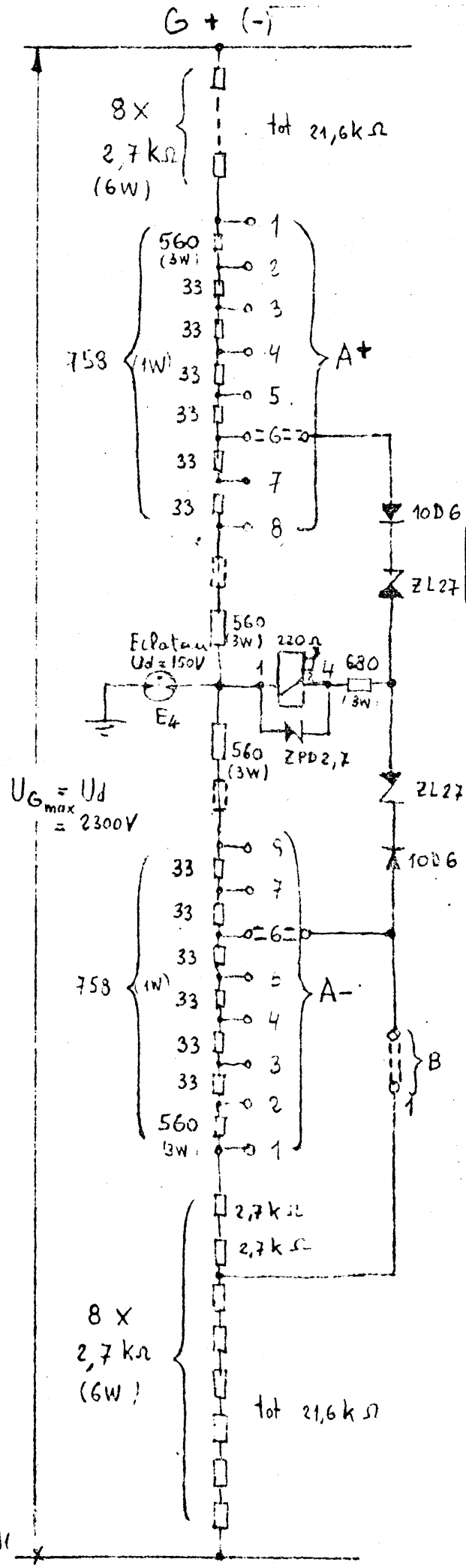
$$U_d = \frac{U_Z (R_1 + R_2) + I_3 [R_1 (R_2 + R_3) + R_2 R_3]}{R_2}$$

Sens positif: R₃ = 220 + 680 = 900 R_b = 220 Ω

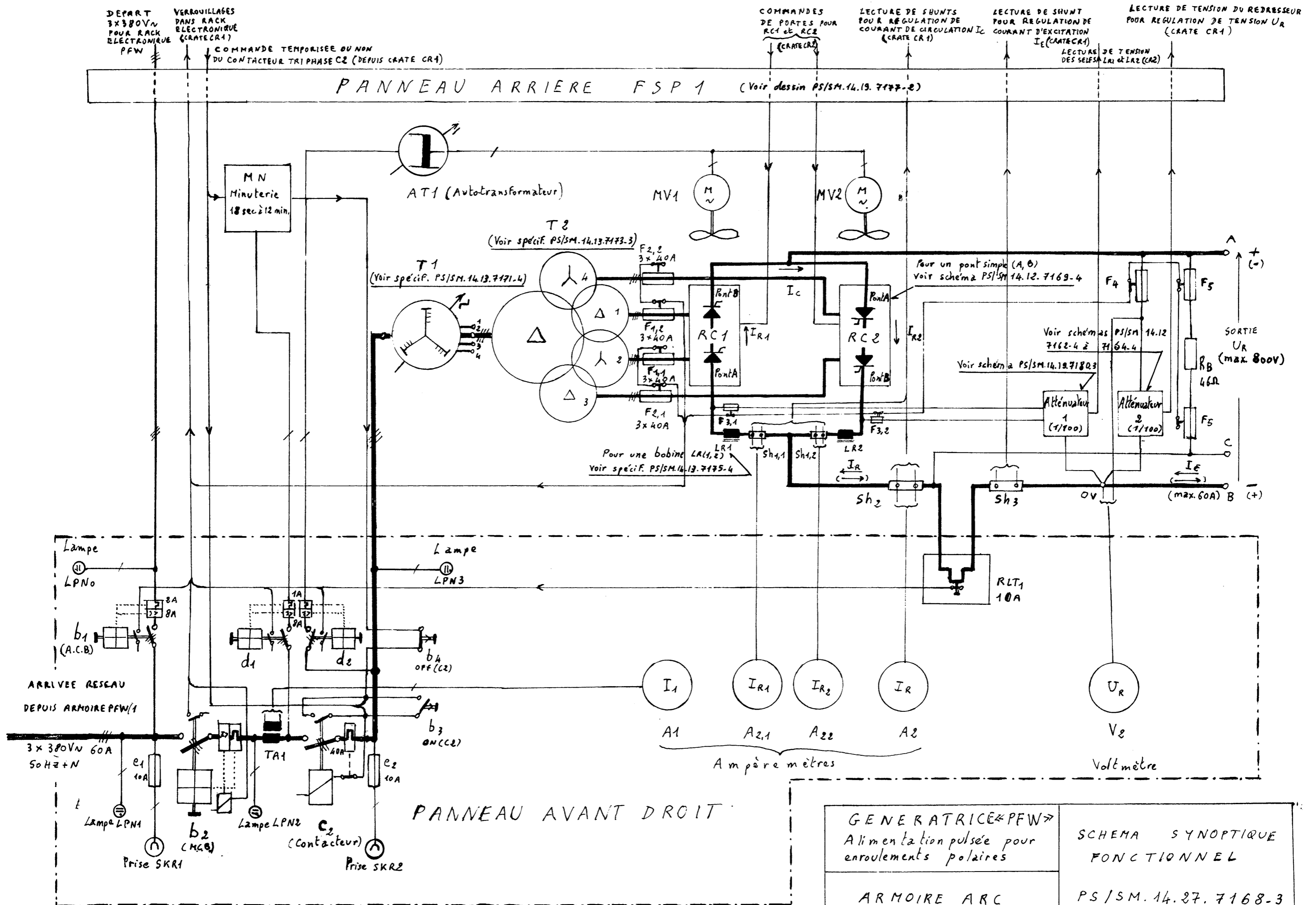
Pos A N°	R ₁ (Ω)	R ₂ (Ω)	U _d (V) pr. R ₃ = 900
1	44518	1318	1125
2	45078	758	1892
3	45111	725	1974
4	45144	692	2064
5	45177	659	2163
6	45210	626	2272
7	45243	593	2394
8	45276	560	2529



Pos. B N°	R ₁ (Ω)	R ₂ (Ω)	U _d (V) pr. R ₃ = 900
1	39118	6718	282



23.I.76



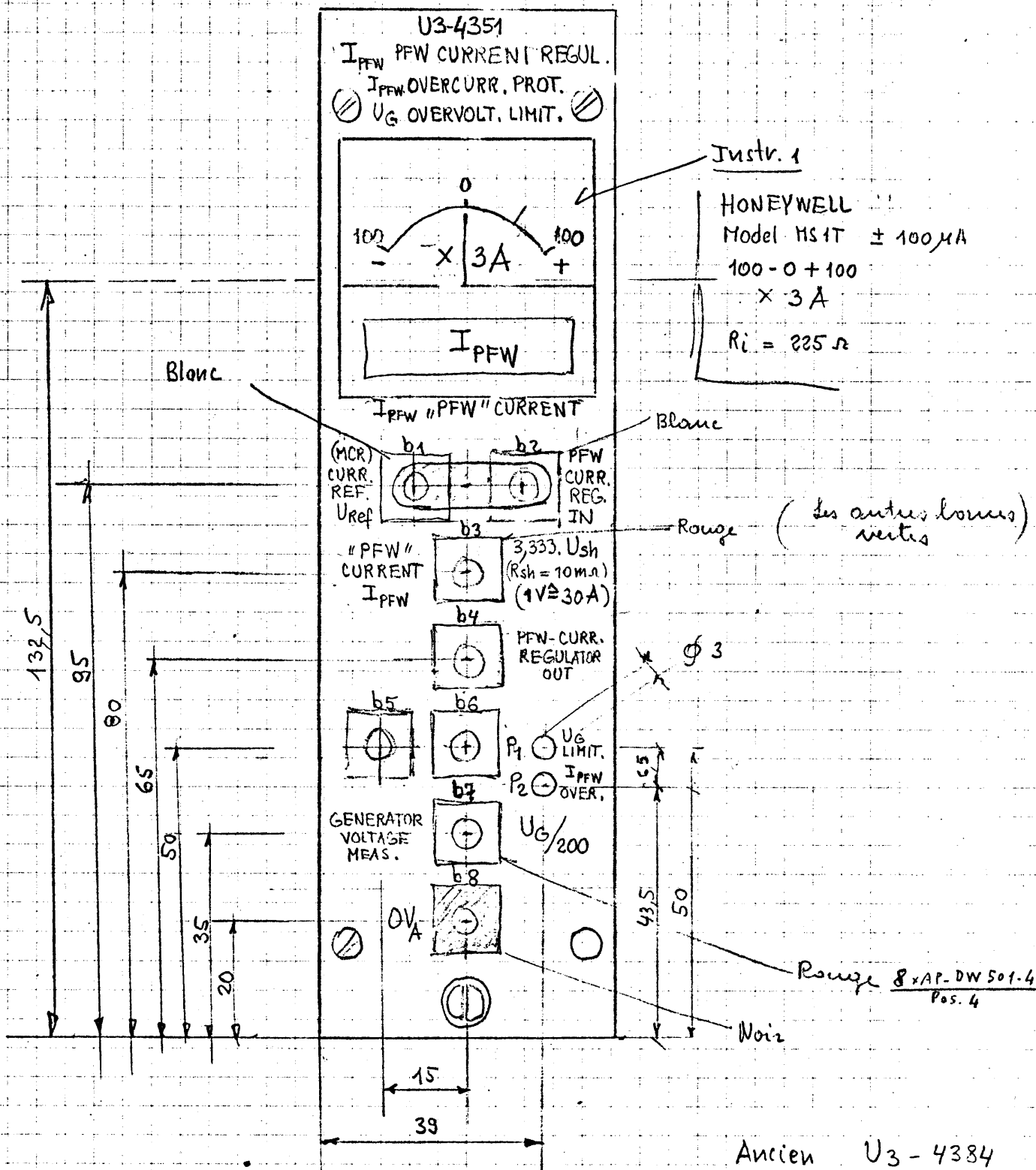
3. I. 73 9K
6. 10. 75

FRONT PANEL VIEW

1	5	10	15	20	25
<p>U3-4345 AUX. POWER SUPPLY ± 15V (+15V - 2A) (-15V - 0.5A)</p>	<p>U3-4346-A AUX. POWER SUPPLY 35V - (1A) -5V</p>	<p>U3-4380 CONTROL ±15V SUPERVISION CONTACTOR (RELY) UNIT</p>	<p>U2-4381 MACHINE & EXCITATION - RECTIFIER STATUS INDICATION & RELAY UNIT</p>	<p>U4-4382 FAULT RELAY UNIT</p>	<p>U2-4383 EXCITATION - CIRCUIT FAULT INDICATION & PROTECTION LOGIC (15W)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> </div>					
<p>U3-4351 I_{PFW} PFW CURRENT REGULATOR + I_{PFW} OVERCRR. PROTEC. + U_S OVERVOLT. LIMIT. + CORR. MEASUREMENT</p>					
<p>U2-4075 PFW (VOLTAGE U₀) REGULATOR (AND VOLTAGE U₀) PART 1 WITH I_E OVERCURRENT PROTECTION</p>					
<p>U2-4076 PFW (CURRENT I_E) REGULATOR PART 2</p>					
<p>U4-4387 REGULATOR - AMPLIFIER - FEEDBACK - POTENTIOMETERS WITH (REMOTE) CONTROL CIRCUIT</p>					

CRATE CR1 - FRONT PANEL VIEW
PS/SM. 14.29.7189-4

"PFW" - REGULATION, CONTROL, PROTECTION, SECURITY
(STATUS, FAULTS) INDICATION



Instr. 1
 HONEYWELL
 Model HS1T ± 100 μA
 100 - 0 + 100
 × 3 A
 Ri = 225 Ω

Ancien U3-4384
U3-4351

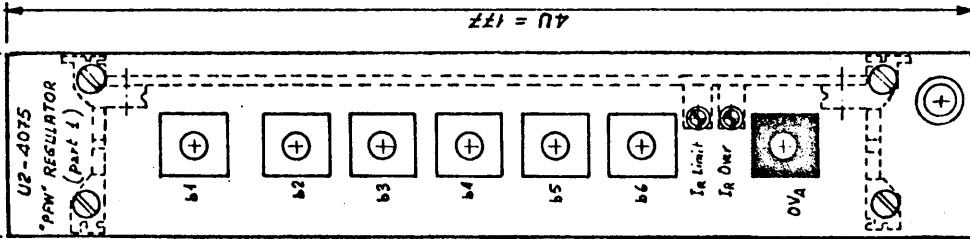
I_{PFW} - "PFW" - CURRENT REGULATOR

- + I_{PFW} PFW-OVERCURRENT PROTECTION
- + U_G GEN. OVERVOLTAGE LIMITATION
- + I_{PFW} PFW-CURRENT & U_G VOLTAGE MEASUREMENTS

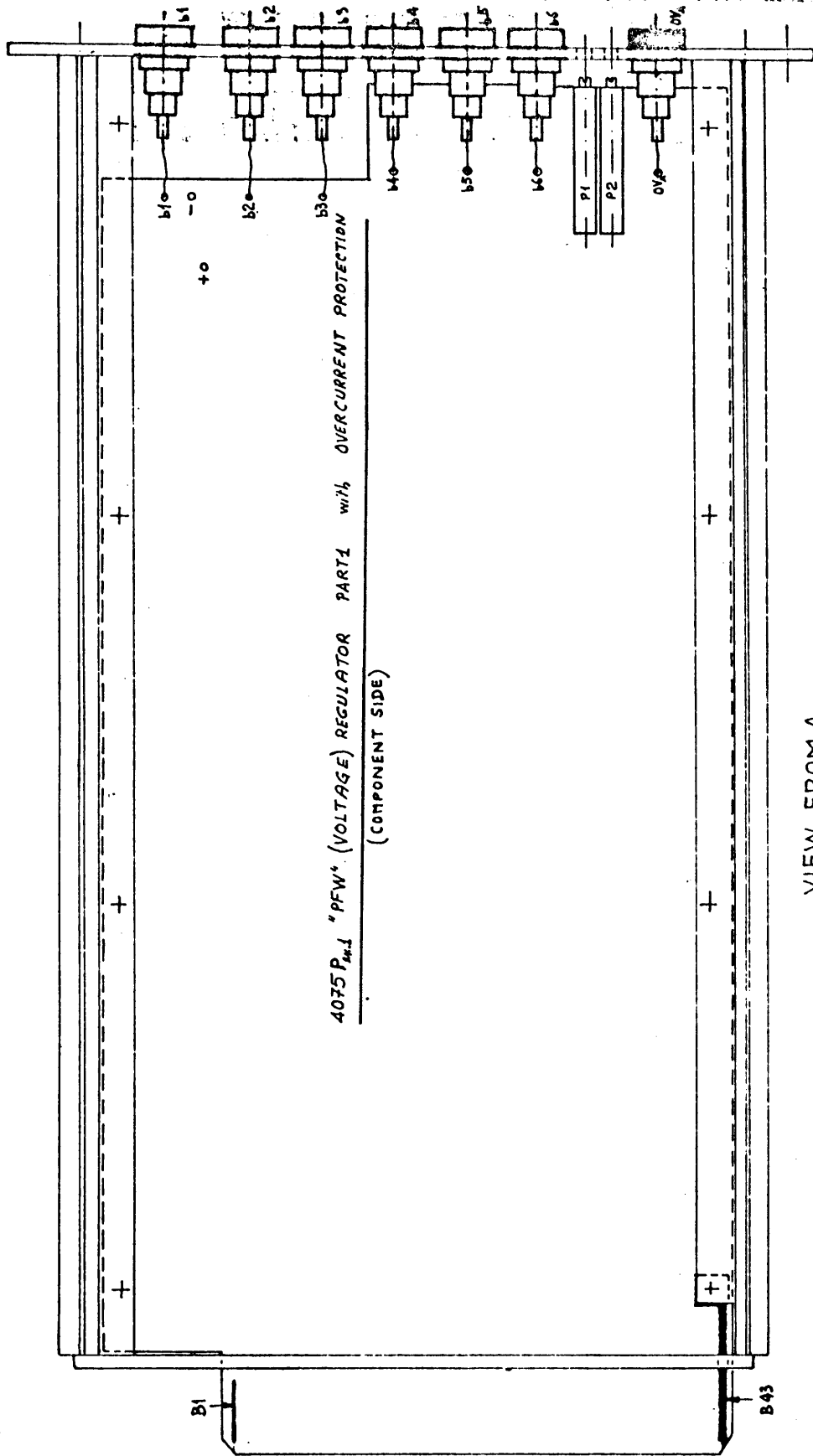
9M.
 1. VII. 75

PS / SM. 14.30. 7207-4

U2-718 = 34.2



A →



VIEW FROM A

FRONT

COMPONENTS: 1 PLUG-IN UNIT, 2/25 MODULE, TYPE: CIM 25543 (MPS-ED/U2)

1 PRINTED CIRCUIT 4075 P_{m1} { DIAGRAM P515M14.12-7244.2
CLICKS
SOLD KEY P515M14.31-7210-1

ON FRONT PANEL: 6 x Banana socket (green)
1 x Banana socket (black)

FRONT PANEL DESIGN:

MECH. LAYOUT 126-3491-4
ENGRAVING 126-3492-4

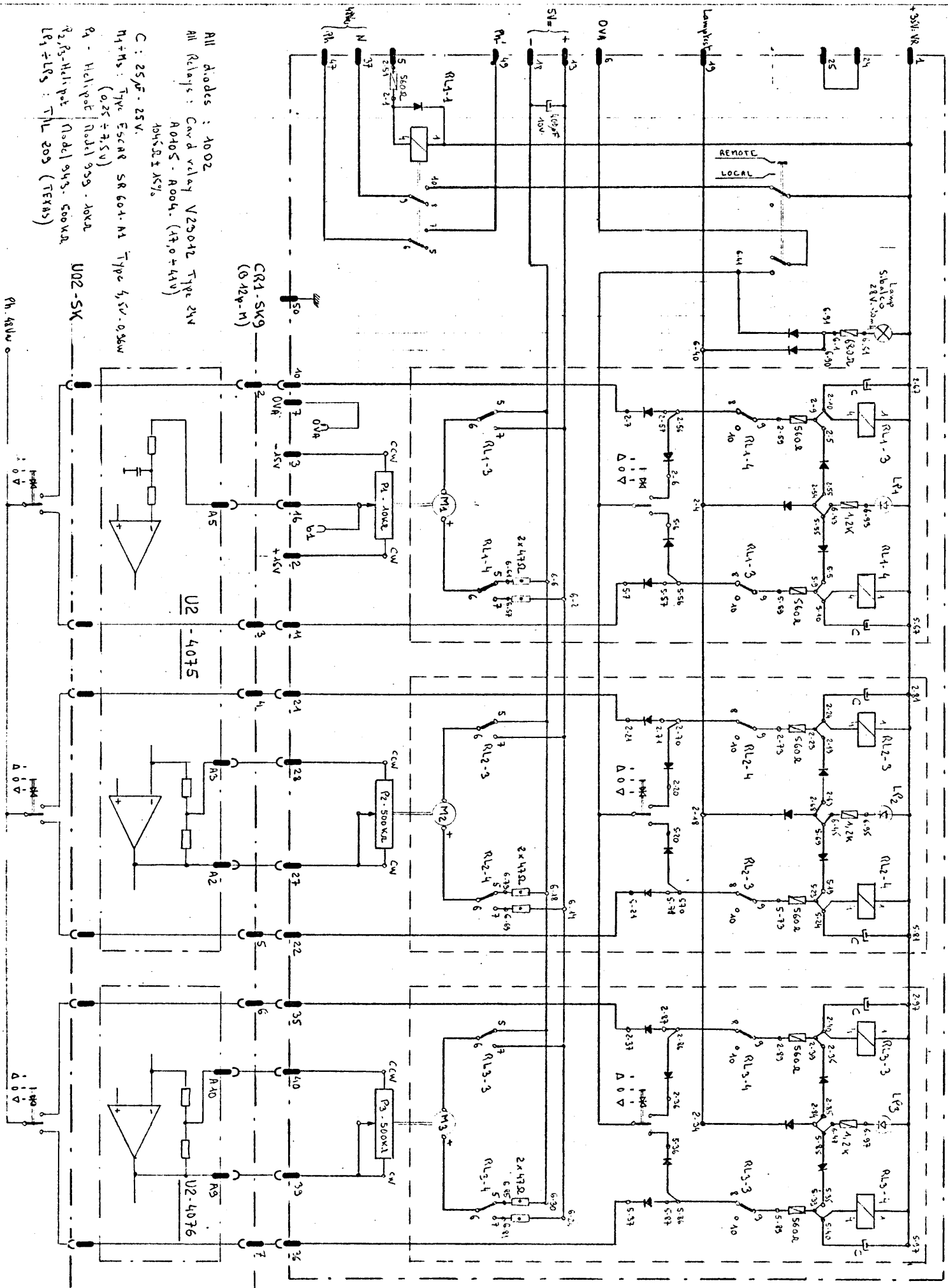
U2-4075
"PFW" (VOLTAGE) REGULATOR PART 1

1:1

Replace: 125-U2-4075-3

29/10/72 J.H. Davis

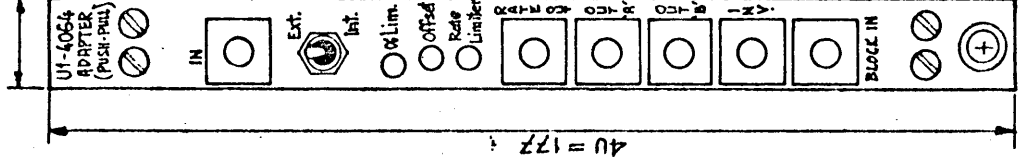
PS15M14.30-7209-3



All diodes : 1002
 All Relays : Cwd relay V20042 Type 24V
 A0105 - A004. (47.0 + 44V)
 10550 ± 5%
 C : 25µF - 25V
 M1 + M2 : Type ESCAR SR 601 - M1 Type 5, 5V, 0.36W
 (0.25 ± 7.5V)
 P1 - Halipot Model 999 - 10kΩ
 P2, P3 - Halipot Model 945 - 500kΩ
 LR1 ± LR3 : TL 209 (TERMS)

LHX 12 28-2-1973

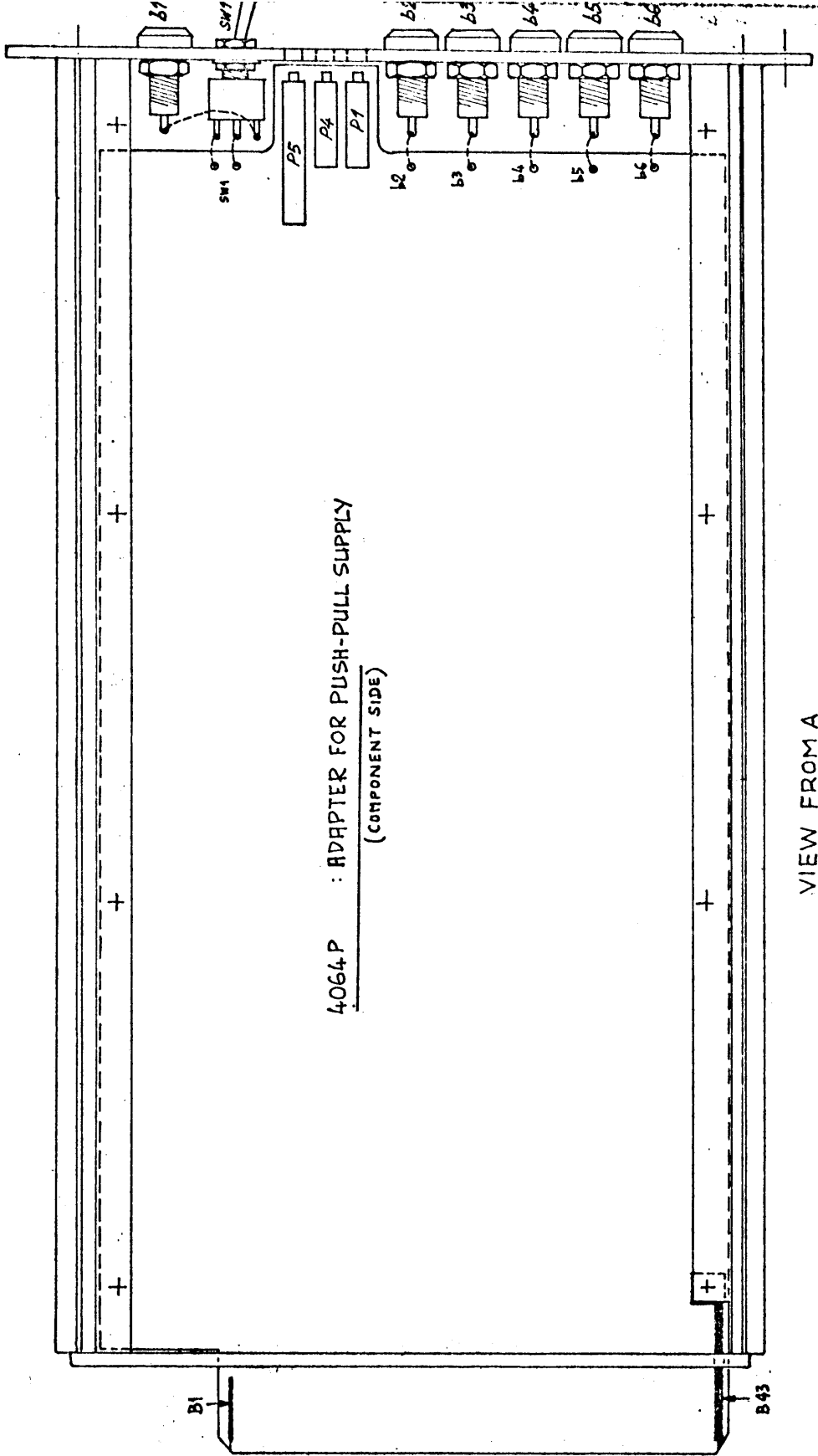
UI = 1/35 = 17



AU = 177

A

4064 P : ADAPTER FOR PUSH-PULL SUPPLY
(COMPONENT SIDE)



VIEW FROM A

FRONT

- COMPONENTS:
- 1 PLUG-IN UNIT, 1/35 MODULE, TYPE: CIM 25543 (MPS-ED/UI)
 - 1 PRINTED CIRCUIT 4064P { DIAGRAM PS/SM 14-12-7226-2
CLICK KEY } PS/SM 14-31-7225-1
SOLD KEY
 - ON FRONT PANEL: 6 banana sockets (Std)
1 switch C & K, type 7101 -

FRONT PANEL DESIGN: MECH. LAYOUT 126-3394-4
ENGRAVING 126-3395-4

Destiné		2-10-72	Signature
Remplace		MPS-U1-4064-3	
U1-4064		1:1	
ADAPTER FOR PUSH-PULL SUPPLY			
CERN			

PS/SM1430-7224-3