



N° 43

AGENCE DU SUD-OUEST
J. BONPUNT Ingénieur
33, Allées Dantone
BORDEAUX -

RÉGULATION AUTOMATIQUE DE LA TEMPÉRATURE

TYPE RU GALVANOMÉTRIQUE
TYPE PR POTENTIOMÉTRIQUE



Fig. 1. - Régulateur RU

LA PYROMÉTRIE INDUSTRIELLE

S.A.R.L. au Capital de 100.000 Francs
R. C. Seine : 232.754 B

Ateliers et Laboratoires
à MALAKOFF
et à MONTROUGE
(Seine)

SIÈGE SOCIAL & BUREAUX :
84, BOUL. SAINT-MICHEL, PARIS (6^e)

Téléphone :
DANTON 50-72

Publication N° 43 - Juin 1938



ULTIMHEAT®
UNIVERSITY MUSEUM

RÉGULATEURS PYROMÉTRIQUES

Les Régulateurs de notre construction peuvent être utilisés **pour tous les modes de chauffage : à gaz, au coke, au charbon, aux huiles lourdes, à l'électricité, à la vapeur, etc.** Dans chaque cas particulier, il suffit de les combiner avec les accessoires qui conviennent : moteurs, servo-moteurs, électro-vannes, contacteurs, rhéostats, etc...

Le **Régulateur de Température Pyrométrique** est actuellement un appareil trop connu pour qu'il soit utile de s'étendre sur son rôle dans les problèmes de régulation et sur les principes qui ont conduit à sa conception. Rappelons simplement que dans tout Régulateur de Température Pyrométrique, l'élément essentiel est constitué par le **galvanomètre**, lui-même relié à un "couple thermoélectrique" ou une "résistance" sensible, plongeant dans l'enceinte dont il y a lieu de contrôler la température. Ce galvanomètre est un galvanomètre à "déviations" (Régulateur dit à "déviations") ou un "galvanomètre de zéro" (Régulateur potentiométrique).

Le Régulateur est complété par un mécanisme sensible à la position de l'aiguille et qui, par contacts appropriés, envoie aux organes de contrôle du chauffage des émissions de courant électrique fonction de cette position.

Les courants mis en jeu en pyrométrie étant de l'ordre de quelques dizaines de microampères sous une tension de quelques millivolts, les efforts, et par conséquent les couples-moteurs dont on dispose sont tellement faibles qu'on ne peut demander à l'aiguille aucun travail, ni même d'assurer un bon contact électrique sur une butée. C'est pour cela que le mécanisme dont il est question plus haut est entraîné par un moteur séparé et qu'il agit perpendiculairement au plan dans lequel se déplace l'aiguille (palpage, v. fig. 2 et 7).

Les **Régulateurs à Déviations RU** et les **Régulateurs Potentiométriques PR** (voir fig. de 1 à 7), qui peuvent être livrés pour fonctionnement soit avec couples thermoélectriques, soit avec éléments sensibles à résistance, sont de construction très voisine :

- Même boîtier, avec fenêtre cependant plus étroite dans le PR.
- Galvanomètres semblables.
- Mêmes mécanismes de palpage avec interrupteurs à mercure.
- Même moteur d'entraînement.

Les caractéristiques de ces éléments communs sont les suivantes :

- BOITIER**
- Aluminium moulé verni noir très rigide avec fixation en 3 points. Couvercle vitré en matière moulée.
 - Fenêtre à vitre cylindrique plus étroite dans le potentiomètre PR que dans l'appareil à déviations RU.
 - Boutons de commande de l'index ou des index de réglage sous le boîtier.
 - Bornes et vis de réglage de la position de repos de l'aiguille sur la face supérieure du boîtier et protégées par cache-bornes.

GALVANOMÈTRE

- Pivotage vertical.
- Grande résistance intérieure.
- Fort amortissement.
- Correction automatique de soudure froide.
- Aiguille en couteau et à voyant rouge.
- Miroir de parallaxe.
- Grande lisibilité du cadran.

PALPAGE ET CONTACTS

La figure 7 représente le dispositif de palpation d'un Régulateur RU à simple mécanisme. L'organe palpeur A avec son support B, solidaire de l'Index D, peut se déplacer sur toute l'étendue de l'échelle. On notera que dans le régulateur potentiométrique, au contraire, ce dispositif palpeur est fixe et placé au centre de l'appareil. En dehors de cette différence, le principe de fonctionnement est le même dans les deux types de régulateurs. Ce principe se dégage facilement de la légende de la figure 7.

Si l'aiguille K est à gauche, c'est-à-dire hors du champ d'action du cadre palpeur A, ce dernier se soulève complètement, l'ergot L agit sur le cliquet M et libère ainsi l'interrupteur à mercure N qui retombe par son propre poids (40B) en établissant le contact: position de "fermeture".

Si l'aiguille K est à droite, le cadre palpeur A, en remontant, se heurte à la cale biseautée J qui s'applique elle-même contre la face inférieure dressée du cylindre porte-cadran; mais l'étrier E continuant à remonter, le levier d'attaque H pivote et son extrémité vient soulever le support de l'interrupteur à mercure N, qui se trouve ainsi placé dans la position "ouverture" et est maintenue dans cette position par le cliquet M.

Les positions "fermeture" et "ouverture" sont stables en ce sens que l'interrupteur à mercure reste dans l'une d'elles jusqu'à ce qu'une intervention contraire le fasse osciller dans l'autre position.

- Interrupteurs à mercure; puissance de coupure : 5 Ampères sous 220 volts.
- Emploi possible d'inverseurs à mercure donnant, pour la signalisation par exemple, un contact "trop froid" et un contact "trop chaud".
- Emploi possible de deux et même trois mécanismes avec 2 ou 3 index et autant d'interrupteurs ou inverseurs à mercure permettant d'obtenir, par exemple, des allures de chauffe variées ou la sécurité dans certaines pages.
- Combinaison de régulateurs entre eux, par exemple dans le montage dit Binôme de Sécurité dont la figure donne le schéma et le but (voir notice 45).
- Temporisation des contacts dans le cas où il est nécessaire d'agir par impulsions successives pour l'action progressive des servo-moteurs commandant l'allure de chauffe. (Voir figures 27 et 28).

MOTEUR

- du Type Asynchrone monophasé sans balai.
- Puissance très réduite : 7 à 8 Watts.
- Couple très élevé donnant toute sécurité pour la mise en marche.
- Roulements à billes sur l'arbre du rotor, enlevant tout souci de graissage.

— 4 —

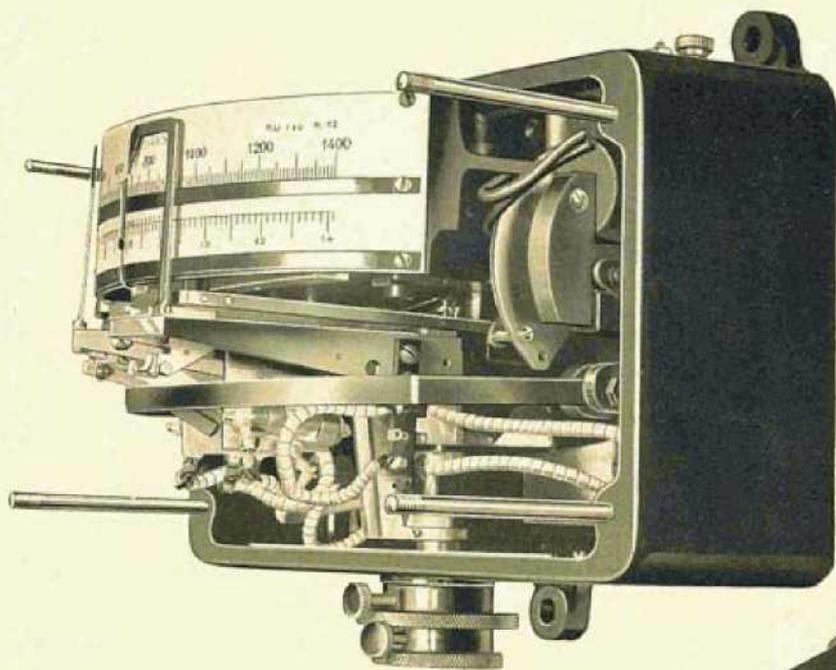


Fig. 2. — Régulateur **RU** ouvert
(appareil à deux mécanismes).



Fig. 5. - Régulateur **RU** à deux mécanismes.
Vue montrant les boutons de commande des Index.



Fig. 3. — Régulateur **RU** à deux mécanismes
cache-bornes enlevé.

Fig. 4. — Régulateur-Indicateur
Potentiométrique **Type PR** à lecture
directe (Breveté S.G.D.G.)
à cadran mobile.

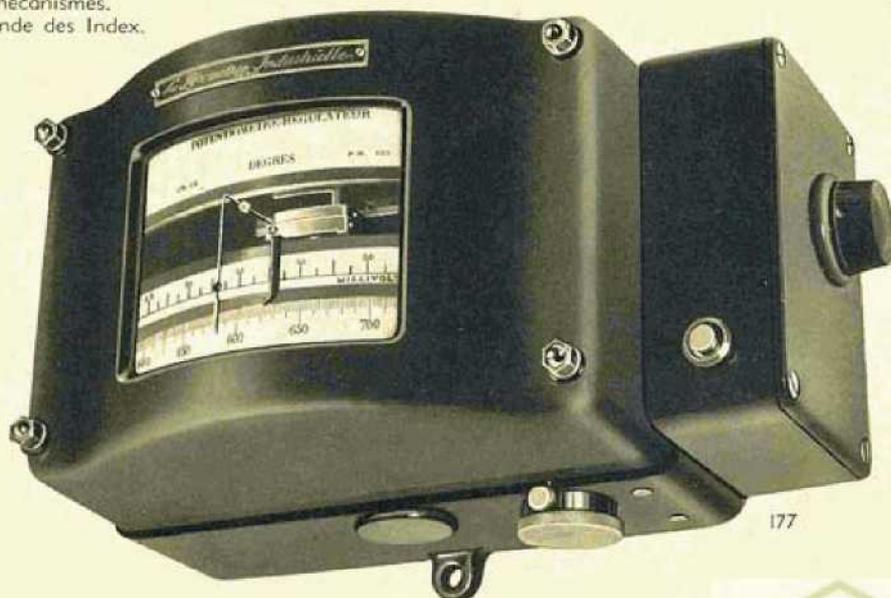




Fig. 6. — Régulateur RU à "Résistance" type spécial à galvanomètre de zéro et à deux mécanismes. Tambour gradué à l'extérieur pour la fixation de la température de réglage.



Fig. 27. — Régulateur RU avec contact temporisé pour la régulation progressive.



Fig. 18. — Régulateur RU avec transmetteur de Programme à action mécanique.



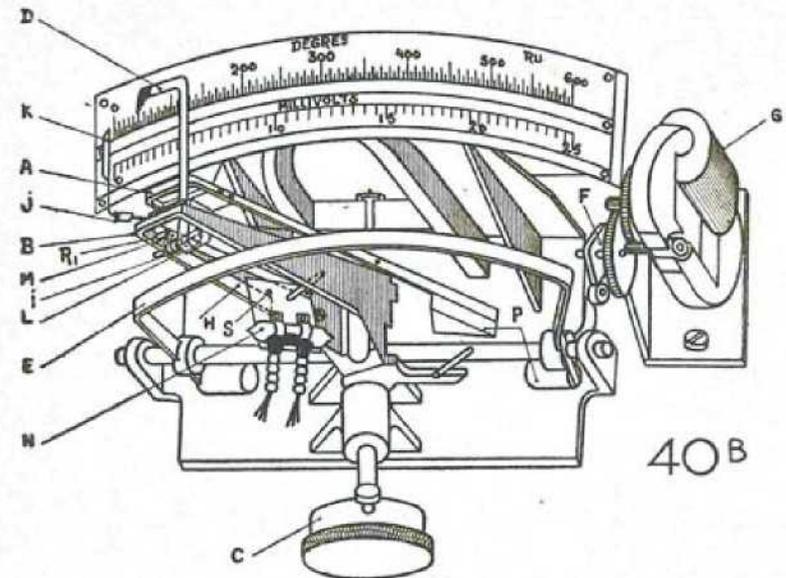
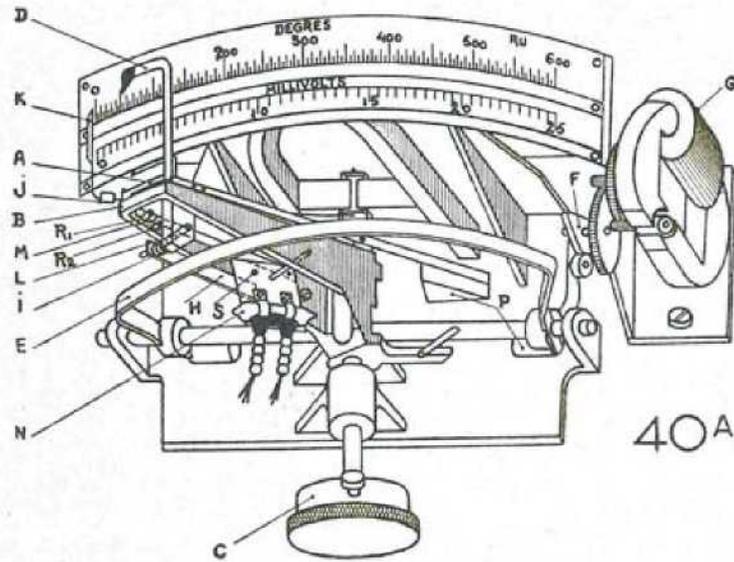
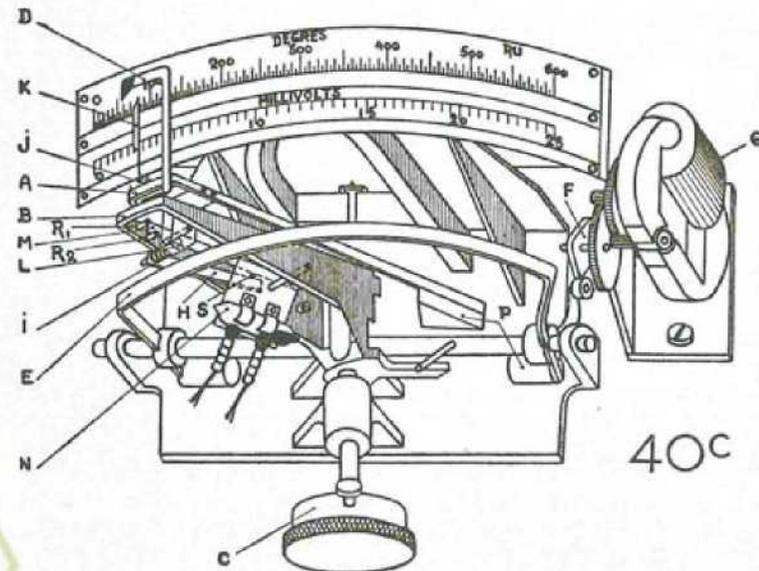


Fig. 7. - Schéma du dispositif de palpage du Régulateur RU. C'est ce même dispositif qui est monté sur le Régulateur Potentiométrique PR.



- A Cadre palpeur articulé monté sur B et portant une pointe située dans le champ de la cale J.
- B Raquette aluminium commandée de l'extérieur par C.
- C Bouton de réglage extérieur destiné à amener D en face de la température de régulation.
- D Index de régulation.
- E Etrier soulevant périodiquement (toutes les 15 secondes environ) le cadre palpeur A.
- F Came agissant sur l'étrier E.
- G Moteur électrique asynchrone avec réducteur de vitesse entraînant la came F.
- H Petit levier d'attaque interposé entre l'étrier E et le cadre palpeur A, et rappelé constamment vers le bas par I.
- I Ressort de rappel du levier H.
- J Cale biseautée portée par l'aiguille K.
- K Aiguille du galvanomètre.
- L Ergot solidaire du cadre palpeur A et agissant sur le cliquet de retenue M.
- M Cliquet de retenue de l'interrupteur à mercure N.
- N Interrupteur à mercure.
- P Contrepoids équilibrant le cadre palpeur A.

RÉGULATEURS MULTIDIRECTIONS

MODÈLES A Type RU à Déviation.
2 DIRECTION/ Type PR Potentiométrique.

Ces appareils dérivent des modèles à une seule direction. Ils sont munis de deux mécanismes palpeurs travaillant alternativement pour chacune des directions. Les contacts de chacune des directions sont obtenus par des interrupteurs ou des commutateurs à mercure intérieurs au boîtier.

La commutation des couples est également obtenue par des interrupteurs à mercure spéciaux.

La régulation des deux directions se fait normalement à des **températures différentes**, ou sur demande à volonté à la **même température et à des températures différentes**.

MODÈLES A3 & Type RUC à Déviation.
4 DIRECTION/ Type PRC Potentiométrique.
(Fig. 8 et 9)

Dans ces modèles, le régulateur proprement dit est le même que celui des modèles à une direction, mais le système de commutation est **très complet**.

- **Boîtier aluminium étanche** contenant à la fois le régulateur, le dispositif de commutation et la signalisation.
- Ce boîtier forme armoire ouvrant par porte pivotante portant le régulateur proprement dit et la signalisation.
- **Système de commutation** permettant d'équiper le régulateur avec un seul, deux ou trois mécanismes et permettant d'obtenir, pour chaque direction, toutes les combinaisons réalisables avec les régulateurs à une direction comme : la régulation par "tout ou rien", la "régulation à 3 plages", les "dispositifs de sécurité", la "régulation progressive", etc., etc...
- **Moteur unique** asynchrone sans balai, pour l'entraînement des mécanismes du régulateur et du système de commutation.
- **Signalisation par lampes de couleur** sur la façade du boîtier à raison de 2 ou de 3 feux par direction.
- **Chiffre** visible dans une fenêtre et indiquant à tout moment le numéro de la direction qui est en cours de travail.
- **Intervalle de temps normal** pour les interventions : 15 secondes entre deux directions successives, soit 45 ou 60 secondes pour le cycle complet dans les cas de 3 ou 4 directions.
- **Autres intervalles** de temps sur demande.
- **Bornes** avec cache-bornes sur la face supérieure du boîtier.

Les figures 8 et 9 représentent le régulateur RUC d'une part fermé et, d'autre part, boîtier ouvert. On remarquera que les commandes du dispositif de commutateur sont assurées **exclusivement** par un jeu de **comes** et de deux **électro-aimants** dits de "**position**". Ce sont les comes qui assurent le basculement des interrupteurs ou commutateurs à mercure. Ceux-ci, pour chaque direction, sont groupés sur une même ligne verticale, ceux à la base servant à la commutation des couples et ceux au-dessus correspondant aux divers contacts, "**trop chaud**", "**trop froid**", "**normal**", etc.

Les comes agissent sur les interrupteurs à mercure des contacts par l'intermédiaire de tringles verticales et de fourches qui viennent se placer dans la position convenable par le jeu des électro-aimants de "**position**" commandés directement par les interrupteurs à mercure des mécanismes du régulateur proprement dit. Ces électro-aimants sont visibles sur la figure 9.

En ouvrant la porte, l'ensemble de la commutation est entièrement visible et parfaitement accessible.

RAPPEL DES CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES DU RÉGULATEUR POTENTIOMÉTRIQUE TYPE PR

On sait que la **Méthode Potentiométrique** est considérée comme la plus précise pour la mesure des forces électromotrices ou des différences de potentiel, et par conséquent pour les mesures pyrométriques puisque celles-ci ont recours à l'une et à l'autre de ces grandeurs qui se trouvent liées aux températures. La méthode potentiométrique utilise, de par son principe même, un galvanomètre de zéro (voir schéma de la fig. 10), de sorte que pour connaître à tout moment la température il est généralement nécessaire que l'opérateur se livre à des manœuvres, à moins qu'un dispositif automatique ne se substitue à lui.

Ce dispositif automatique entraîne certains inconvénients (prix, complication), aussi l'application industrielle des appareils potentiométriques simplement indicateurs ou indicateurs-régulateurs s'est-elle peu répandue.

Pour répondre à cette objection, la **Pyrométrie Industrielle** a créé un Potentiomètre qui résout d'une façon simple, sans emploi de servo-moteur, le problème de la **Lecture Directe**, combiné avec la **Méthode Potentiométrique**.

C'est ce Potentiomètre qui est utilisé d'une part dans le **Pyromètre Potentiométrique** type **GPI** et, d'autre part, dans le **Régulateur Potentiométrique** type **PR**. L'un et l'autre indiquent de la sorte à tout moment la température sans qu'il soit nécessaire de procéder à aucune manœuvre.

La description complète du **Régulateur** Type **PR** et de l'indicateur Type **GPI**, ainsi que la théorie détaillée du fonctionnement, sont données dans des notices spéciales qui sont envoyées sur simple demande. Nous nous bornons ici

à donner le schéma des connexions intérieures (fig. 11). Rappelons, par ailleurs, que l'appareil comporte :

- un galvanomètre fixe,
- un enroulement potentiométrique mobile,
- une "résistance parallèle" mobile,
- une échelle mobile solidaire du potentiomètre et de la résistance parallèle,
- un curseur fixe correspondant au zéro mécanique du galvanomètre.
- une pile d'alimentation du circuit potentiométrique (extérieure au boîtier).
- un jeu de résistances complémentaires,
- un dispositif de correction de soudure froide,
- une pile étalon Weston,
- une clef et un rhéostat de tarage,
- un commutateur de double sensibilité le cas échéant.

Les commandes de la clef et du bouton de tarage et du commutateur de sensibilité se trouvent sur le côté en façade et sur la face droite de l'appendice contenant le potentiomètre et la "résistance parallèle". Le bouton de réglage de l'échelle se trouve sous le boîtier et vers la droite.

Dans le Régulateur type PR à 2 mécanismes, l'un des mécanismes est fixe et l'autre mobile ; le bouton de réglage du mécanisme mobile est disposé sous le boîtier et au centre.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES RÉGULATEURS

	PR et PRC Potentiométriques	RU et RUC à déviation
— Graduations pour couples chromel-alu- mel	0-300° C. 0-600° C. 300-600° C. 0-1.000° C. 500-1.000° C. 0-1.200° C. 600-1.200° C.	0-600° C. 0-800° C. 0-1.000° C. 0-1.100° C. 0-1.200° C.
— Graduations pour couples platine-pla- tine rhodié	0-1.400° C. 0-1.600° C. 600-1.600° C.	0-1.400° C. 0-1.600° C.
— Autres graduations sur demande ..		
— Graduations pour éléments à résistance		
— Courant d'alimentation	220 volts, 50 périodes	220 volts, 50 périodes
— Pour les autres tensions, emploi ..		d'un transformateur.
— Pour les autres fréquences, emploi ..		d'un moteur spécial extérieur.
— Pour l'alimentation en courant conti- nu, emploi		d'une commutatrice.
— Puissance de coupure des contacts ..	5 Amp. 220 volts	5 Amp. 220 volts
— Fréquence des auscultations	15 secondes.	15 secondes.
— Autres fréquences sur demande		
— Etendue de réglage de la durée des émissions temporisées pour la régula- tion progressive	2 à 12 secondes	2 à 12 secondes
— Durée des cycles des transmetteurs de programme (à action mécanique ou potentiométrique)	6, 12, 24, 48, 96 heures.	6, 12, 24, 48, 96 heures.

148

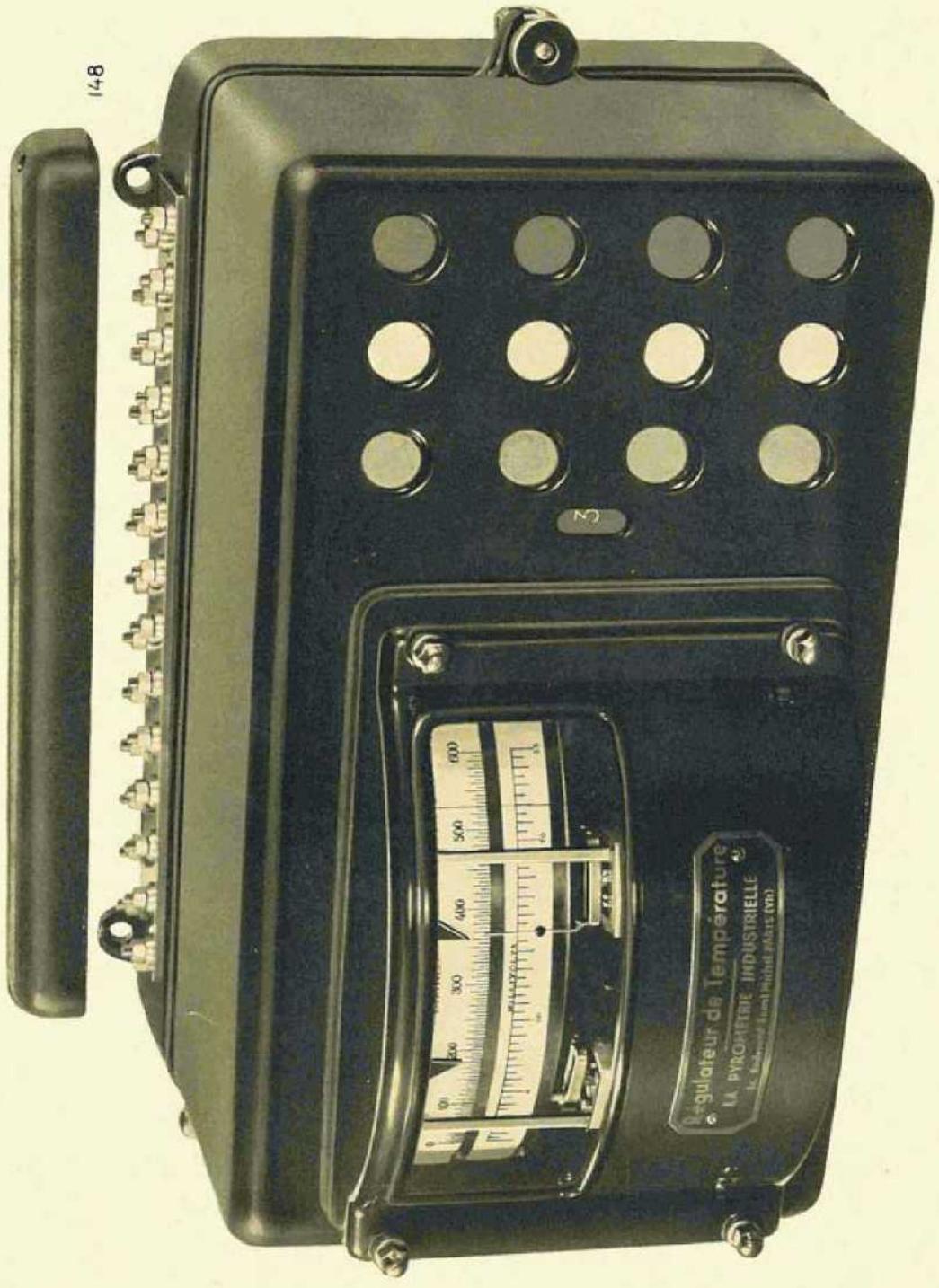
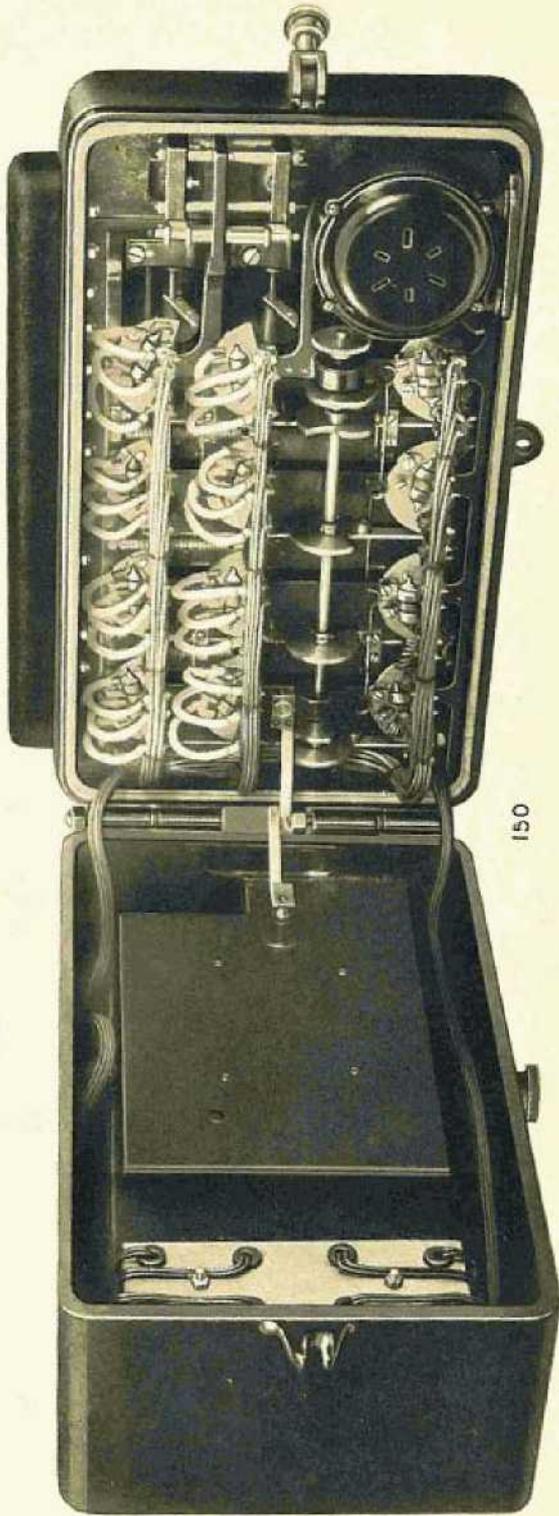


Fig. 8. - Régulateur RUC fermé, à 4 directions, 2 mécanismes et signalisation à 3 feux pour chaque direction.



150

Fig. 9. - Régulateur RUC ouvert.

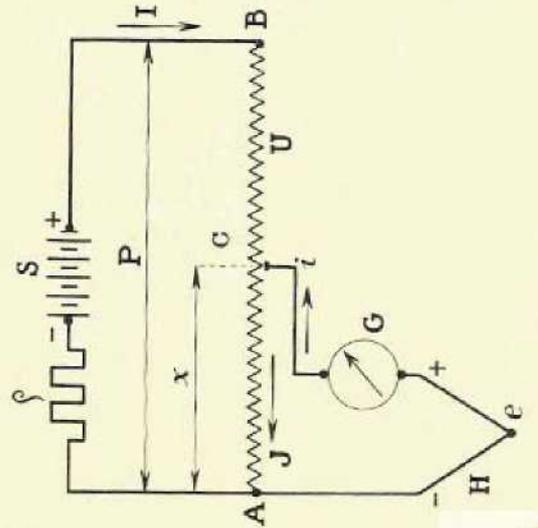


Fig. 10

Schéma d'un appareil potentiométrique simple.

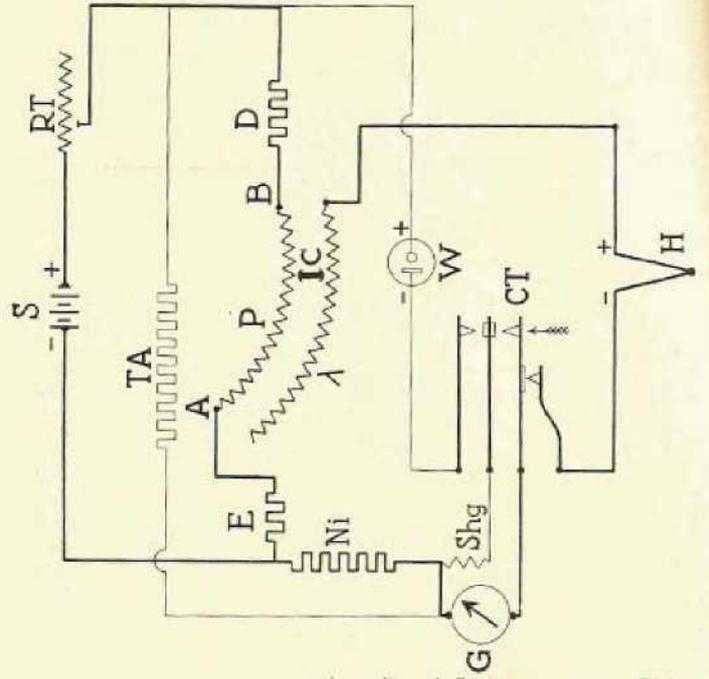


Fig. 11. - Schéma du potentiomètre d'un régulateur PR.

- P Résistance parallèle mobile.
- λ Index fixe avec ses contacts.
- C Pile d'alimentation 1,5 volt.
- S Galvanomètre.
- G Couple.
- H Rhéostat de tarage.
- RT Résistance fixe du circuit potentiométrique.
- D Résistance fixe du circuit potentiométrique.
- E Résistance variable avec la température assurant la compensation de la soudure froide.
- Ni Pile étalon Weston.
- W Résistance fixe de tarage.
- TA Résistance fixe de tarage.
- CT Claf de tarage.
- Shg Shunt amortisseur du galvanomètre.

NOTA. - A 0° C., les chutes de tension provoquées par les résistances E et Ni sont égales.

MISE EN SERVICE DES RÉGULATEURS

A) Régulateur RU à Déviation (une direction)

- Placer l'appareil bien horizontalement contre une paroi.
- Libérer l'aiguille en déplaçant le mécanisme de palpation vers la droite. Pour cela, agir sur le bouton moleté qui se trouve sous le boîtier en ayant soin, au préalable, de desserrer le petit bouton transversal qui sert à le bloquer.
- Vérifier la position de repos de l'aiguille qui doit se trouver en face de la graduation correspondant à la température ambiante. Pour amener l'aiguille dans cette position, agir sur la vis fendue qui se trouve sous le cache-bornes. Celui-ci s'enlève facilement après avoir dévissé les deux vis moletées qui le maintiennent en place.
- Brancher aux bornes le couple ainsi que les fils de ligne et les fils allant à l'organe de réglage du chauffage et éventuellement à la signalisation. Le branchement doit se faire selon le schéma qui accompagne chaque appareil et dont quelques exemples sont donnés dans la notice N° 45.
- Placer l'index en regard de la graduation correspondant à la température que l'on désire obtenir.
- En service, vérifier périodiquement (chaque mois par exemple), et au besoin régler la position de repos de l'aiguille après avoir débranché le couple (cette position doit être celle correspondant à la température ambiante).

B) Régulateur PR Potentiométrique (à une direction)

- Placer l'appareil bien horizontalement contre une paroi.
- Vérifier la position de l'aiguille qui doit être en regard de l'index central. On ramène facilement l'aiguille dans cette position en agissant sur la vis fendue qui se trouve sous le cache-bornes. Celui-ci s'enlève après avoir dévissé les deux vis moletées qui le maintiennent en place. Noter que dans cette position l'aiguille doit toujours se trouver au début de la zone de palpation de la plage "trop chaud", assurant ainsi la coupure du chauffage en cas de retour accidentel au zéro par suite, par exemple, d'une rupture du circuit du couple pyrométrique.
- Brancher le couple, la pile d'alimentation (ou la boîte d'alimentation), les fils d'alimentation du moteur d'entraînement du mécanisme et les fils de ou des organes de commande de chauffage du four. Le branchement doit se faire selon le schéma qui accompagne chaque appareil et dont quelques exemples sont donnés dans la notice N° 45.
- Tarer l'appareil en opérant de la manière suivante :
 - Appuyer sur le bouton de tarage par poussées successives en évitant de rester trop longtemps sur la position "bouton appuyé" et,
 - Agir en même temps sur le rhéostat de tarage de façon à ramener l'aiguille en face de l'index. (Le bouton et la commande du rhéostat de tarage se trouvent sur l'appendice à droite de l'appareil).
- Amener en regard de l'index et à l'aide du bouton moleté qui se trouve à droite en dessous de l'appareil, la graduation du codran à laquelle doit s'opérer la régulation. S'il s'agit d'un appareil à 2 sensibilités, placer le commutateur situé sur l'appendice droit dans la position désirée.
- S'il y a deux index, placer le second index dans la position désirée à l'aide du bouton moleté central situé en dessous de l'appareil.
- En service, vérifier périodiquement la position de repos de l'aiguille et le tarage, et opérer les réglages selon les besoins.

