

**DIRECTION TECHNIQUE
ET INDUSTRIELLE**

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

ÉDITION N° 1 DU 15 MARS 1955

COMPOSITION DU DOCUMENT

PAGES N°s	DATE CORRESPONDANTE
1 à 20	15 Mars 1955

Documents référencés : AIR 0511, 0520, 0521, 0715, 0763, 0850

OBSERVATION IMPORTANTE. — En cas de reproduction de ce document, il est essentiel de reproduire exactement et séparément chaque feuille (même texte, mêmes indications, même numéro d'ordre).

Tous droits de reproduction réservés

RÉPERTOIRE

	PAGES
1 Généralités	1
1,1 Définitions	1
1,2 Désignation	1
1,3 Convention	2
2 Différents types d'appareils synchros	2
2,1 Transmetteurs	2
2,2 Transmetteurs différentiels	3
2,3 Récepteurs de téléaffichage	3
2,4 Récepteurs différentiels de téléaffichage	3
2,5 Synchrodétecteurs	4
3 Position du « zéro électrique »	4
3,1 Transmetteurs de synchrodétection ou de téléaffichage — Récepteurs de téléaffichage	4
3,2 Transmetteurs différentiels de synchrodétection ou de téléaffichage — Récepteurs différentiels de téléaffichage	4
3,3 Synchrodétecteurs	4
4 Caractéristiques générales extérieures	4
5 Définition des essais	5
5,1 Vérifications extérieures	5
5,2 Mesures et vérifications des caractéristiques électriques	5
5,3 Essais électriques	12
5,4 Essai de vibrations	13
5,5 Essai à l'atmosphère saline	13
5,6 Essai hygroscopiques	13
5,7 Essai de rosée	13
5,8 Essai aux champignons	13
5,9 Essai d'endurance	14
6 Essais d'homologation	14
7 Essais de réception	15
7,1 Essais individuels	15
7,2 Essais par prélèvement	16
8 Figures annexées	17
<i>Figures 1 à 5</i>	17
<i>Figures 6 et 7</i>	18
<i>Figures 8 à 10</i>	19
<i>Figures 11 à 13</i>	20

AIR 7640

RECTIFICATIF N° 1 DU 23 MAI 1957

Page 7, paragraphe 5,2.2.2, Appareils TTD et TSD, lire :

— on doit avoir :

$$\frac{U_3}{10,22} = 1,154 \pm 2 \% \left(\text{ou } \frac{U'_3}{78} = \frac{90}{78} = 1,218 \pm 2 \% \right).$$

Page 7, paragraphe 5,2.2.4, Appareils SD, lire :

$$\frac{U_5}{10,22} = 2,203 \pm 3 \% \text{ ou } \frac{U'_5}{78} = \frac{57,3}{78} = 0,735 \pm 3 \%.$$

Page 11, paragraphe 5,2.5.1, Amortissement des appareils RT, lire :

Le récepteur en essai est alimenté par un transmetteur de même taille, ayant la même consommation à vide (cf. § 5,2.1.1). Le rotor du transmetteur, alimenté normalement, est calé au zéro électrique.

On décale le récepteur, à partir du zéro électrique, de $\pm 36^\circ$ et $\pm 179^\circ$. Le rotor, une fois lâché, doit revenir à sa position d'équilibre, en un temps inférieur à 1,5 s, pour l'écart de 36° , et à 3 s, pour l'écart de 179° (cas des appareils de diamètre extérieur supérieur à 38 mm) ou à 2 s pour l'écart de 36° et à 5 s pour l'écart de 179° (cas des appareils de diamètre extérieur inférieur à 38 mm).

Page 11, paragraphe b, lire :

b) pour appareils alimentés sous 26 V :

	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DES APPAREILS	
	< 38 mm	> 38 mm
Appareils TS et TSD	$E_2 = 90 \text{ mV}$ $E_1 = 50 \text{ mV}$	$E_2 = 90 \text{ mV}$ $E_1 = 40 \text{ mV}$

Le reste sans changement.

Page 12, paragraphe 5,3.1.1, lire :

Les essais sont effectués dans les conditions d'ambiance définies ci-après :

- pression : 1 000 mb $\pm$ 50 mb;
- température : + 20° C $\pm$ 5° C.

Le montage est celui de la *figure 11* ⁽¹⁾.

L'appareil est posé sur un socle thermiquement isolant (bois).

Page 12, paragraphe 5,3.1.3 :

Remplacer la formule de ce paragraphe par la suivante :

$$T - T_a = (234,5 + T_a) \left(\frac{R_t}{R_a} - 1 \right).$$

Page 12, paragraphe 5,3.1.3, cinquième ligne, lire :

- 120 % du courant à vide, pour les transmetteurs de téléaffichage;

Page 12, paragraphe 5,3.1.4, lire :

Pour les synchrodétecteurs (voir fig. 12) ⁽¹⁾, on alimente le stator sous la tension U₁. L'appareil est laissé ainsi pendant 2 heures; on mesure l'échauffement de l'enroulement R₁-R₂.

Page 13, paragraphe 5,3.1.5 :

Supprimer la dernière phrase et ajouter le paragraphe suivant :

5,3.1.6 Les échauffements des enroulements, mesurés par la méthode indiquée au paragraphe 5,3.1.3, doivent être inférieurs à 20° C, dans le cas des synchrodétecteurs et à 50° C dans tous les autres cas.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz15
Mars
1955**AIR****7640**

1

1

GÉNÉRALITÉS**1,1 Définitions.**

On appelle « synchro » (ou machine auto-synchrone, de téléaffichage ou de télécommande) une machine tournante dans laquelle une certaine position angulaire du rotor correspond à une certaine répartition des tensions dans les enroulements du stator.

Le rotor est bobiné et, en général, alimenté en monophasé, et le stator bobiné en triphasé étoile, de telle façon que les amplitudes des tensions induites dans les trois enroulements varient d'une façon sinusoïdale en fonction de la position angulaire du rotor.

En particulier, deux synchros associés, dont les rotors sont alimentés en parallèle et les stators sont connectés en opposition, ont leurs rotors automatiquement synchrones et constituent une « jonction électrique » ou « arbre électrique ».

Plus généralement, on peut avoir les principales variantes suivantes :

- le rotor est entraîné par un mécanisme dont l'angle de rotation est à afficher (transmetteur de téléaffichage) ou à asservir (transmetteur de synchrodétection);
- le rotor est libre de tourner pour afficher le signal angulaire (récepteur de téléaffichage);
- le rotor est lié à l'organe à asservir et est le siège d'une force électromotrice, fonction de l'écart avec le rotor du transmetteur (synchrodétecteur);
- le rotor est entraîné par un mécanisme de correction et est bobiné en triphasé pour que le stator transmette un système de trois tensions, caractérisant la différence entre deux signaux angulaires (transmetteur différentiel).

1,2 Désignation.

1,2.1 Les diverses catégories de ces appareils, qui se présentent sous la forme extérieure d'un moteur, l'arbre sortant d'un côté, sont symbolisées dans la désignation par un groupe de lettres, suivant le code défini ci-dessous :

- TT : transmetteurs de téléaffichage;
- TS : transmetteurs de synchrodétection;
- TTD : transmetteurs de téléaffichage différentiels;
- TSD : transmetteurs de synchrodétection différentiels;
- RT : récepteurs de téléaffichage;
- SD : synchrodétecteurs;
- RTD : récepteurs de téléaffichage différentiels;
- T : transmetteurs utilisables pour le téléaffichage et la synchrodétection;
- TD : transmetteurs différentiels utilisables pour le téléaffichage et la synchrodétection.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz15
Mars
1955**AIR****7640**
2

1,2.2 La désignation complète d'un appareil comprend :

- un groupe de chiffres représentant la tension d'alimentation 26 ou 115;
- un groupe de deux chiffres représentant le diamètre extérieur du stator exprimé en millimètres;
- le groupe de lettres définies ci-dessus;
- un chiffre 4 indiquant qu'il s'agit d'appareils à 400 Hz :

Ex. : 26-45 TT-4 représente un transmetteur de téléaffichage dont le stator a un diamètre extérieur de 45 mm, alimenté sous 26 V, 400 Hz.

1,3 **Conventions.**

Dans le présent Règlement, il est convenu que :

- les angles de rotation sont mesurés, dans le sens trigonométrique, pour un observateur observant l'appareil par la face de sortie de l'arbre;
- le calage a d'un appareil se définit par l'angle des deux positions de son rotor correspondant : l'une, à la position considérée, l'autre, à la position dite du « zéro électrique », définie paragraphe 3;
- la tension nominale du réseau d'alimentation est désignée par :

U_0 , pour le courant 26 V monophasé,

ou U'_0 , pour le courant 115 V monophasé.

2

DIFFÉRENTS TYPES D'APPAREILS SYNCHROS2,1 **Transmetteurs.**

Le rôle d'un transmetteur est de transmettre l'indication d'une position géométrique en fournissant aux bornes des trois enroulements induits du stator trois tensions dont les valeurs dépendent de la position de son rotor, lui-même alimenté sous une tension $U_0 = 26$ V (ou $U'_0 = 115$ V, 400 Hz), et mobile autour de son axe. Le rotor est le primaire et est constitué d'un simple enroulement de bornes R_1, R_2 ; le stator est le secondaire et est constitué par un enroulement triphasé symétrique, de bornes S_1, S_2, S_3 . En circuit ouvert, on a :

$$E_{s_1} S_3 = U \sin a,$$

$$E_{s_2} S_2 = U \sin \left(a + \frac{2\pi}{3} \right),$$

$$E_{s_3} S_1 = U \sin \left(a + \frac{4\pi}{3} \right).$$

On distingue les transmetteurs de synchrodétection (TS) et les transmetteurs de téléaffichage (TT), selon la nature de l'appareil auquel ils sont reliés. Ces deux types peuvent être confondus si leurs caractéristiques peuvent être fournies par un seul appareil.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

 15
Mars
1955

AIR

7640

3

2,2 Transmetteurs différentiels.

Un transmetteur différentiel reçoit, aux bornes (S_1, S_2, S_3) de son primaire (le stator), les tensions fournies par un transmetteur et transmet, par les bornes (R_1, R_2, R_3) de son secondaire (le rotor), trois tensions. Le rotor et le stator comportent chacun un enroulement triphasé symétrique.

Le primaire reçoit les tensions :

$$E_{s_1} S_3 = U \sin a,$$

$$E_{s_2} S_2 = U \sin \left(a + \frac{2\pi}{3} \right),$$

$$E_{s_3} S_1 = U \sin \left(a + \frac{4\pi}{3} \right).$$

Le secondaire transmet les tensions :

$$\left. \begin{aligned} E_R R_3 &= U' \sin (a - b) \\ E_R R_2 &= U' \sin \left(a - b + \frac{2\pi}{3} \right) \\ E_R R_1 &= U' \sin \left(a - b + \frac{4\pi}{3} \right) \end{aligned} \right\} \quad (b \text{ est le calage du rotor}).$$

On distingue les transmetteurs différentiels de synchrodétection et les transmetteurs différentiels de téléaffichage.

2,3 Récepteurs de téléaffichage.

Le rôle d'un récepteur de téléaffichage est de placer son rotor à un calage correspondant à l'angle :

- « a », ordonné par un transmetteur;
- « $(a - b)$ », ordonné par un ensemble transmetteur-transmetteur différentiel.

Cet appareil comporte un stator et un rotor couplés inductivement. Le stator est constitué par un enroulement triphasé dont les bornes (S_1, S_2, S_3) sont reliées aux bornes (S_1, S_2, S_3) d'un transmetteur ou (R_1, R_2, R_3) d'un transmetteur différentiel. Le rotor comprend un enroulement monophasé, de bornes R_1, R_2 , alimenté sous la tension $U_0 = 26 \text{ V}$ (ou $U'_0 = 115 \text{ V}$, 400 Hz).

2,4 Récepteurs différentiels de téléaffichage.

Un récepteur différentiel de téléaffichage se compose d'un stator et d'un rotor, couplés inductivement ; il reçoit les indications de deux transmetteurs de téléaffichage. Le stator est constitué par un enroulement triphasé, de bornes S_1, S_2, S_3 , reliées aux bornes S_1, S_2, S_3 d'un premier transmetteur. Le rotor comprend un enroulement triphasé, de bornes R_1, R_2, R_3 , reliées aux bornes S_1, S_2, S_3 d'un deuxième transmetteur. Le rotor se place à une position de calage correspondant à la différence $(a - a')$ des calages des rotors des deux transmetteurs.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz15
Mars
1955**AIR****7640**

4

2,5 Synchrodétecteurs.

Le rôle d'un synchrodétecteur est de fournir une tension d'erreur, fonction de l'écart entre l'angle ordonné par le transmetteur ou l'ensemble transmetteur-transmetteur différentiel et le calage du rotor du synchrodétecteur.

Il se compose d'un stator et d'un rotor, couplés inductivement. Le stator est constitué par un enroulement triphasé symétrique, de bornes S_1, S_2, S_3 , connectées aux bornes S_1, S_2, S_3 , du transmetteur ou R_1, R_2, R_3 , du transmetteur différentiel. Le rotor comprend un enroulement monophasé, de bornes R_1, R_2 , connectées sur une impédance d'utilisation Z_u . La tension d'erreur e_u est la tension aux bornes R_1, R_2 , quand Z_u est infinie. La tension d'erreur e_u est, à peu près, en phase avec la tension d'alimentation du transmetteur quand le rotor du synchrodétecteur a été écarté d'un angle petit dans le sens trigonométrique, à partir de la position correspondante à $e_u = 0$.

3 POSITION DU « ZÉRO ÉLECTRIQUE »**3,1 Transmetteurs de synchrodétection ou de téléaffichage — Récepteurs de téléaffichage.**

Par convention, la tension entre les bornes S_1 et S_3 est nulle et les tensions entre S_2, S_1 , et entre S_2, S_3 , sont en phase avec la tension d'alimentation (entre R_1 et R_2).

3,2 Transmetteurs différentiels de synchrodétection ou de téléaffichage — Récepteurs différentiels de téléaffichage.

Par convention, le système étant alimenté par une source 400 Hz appliquée entre S_2 , d'une part, et S_1, S_3 connectées ensemble, d'autre part, la tension induite entre R_1, R_3 est minimum et les tensions entre R_1 et R_3 , R_3 et R_2 , R_2 et R_1 sont approximativement en phase avec les tensions correspondantes entre S_1 et S_3 , S_3 et S_2 , S_2 et S_1 .

3,3 Synchrodétecteurs.

L'appareil étant alimenté entre S_2 , d'une part, et S_1, S_3 connectées ensemble, d'autre part, la tension induite dans le secondaire, entre R_1 et R_2 , est minimum. De plus, une légère rotation à partir de cette position, dans le sens trigonométrique, doit faire apparaître, entre R_1 et R_2 , une tension approximativement en phase avec la tension entre S_2 et S_1 (ou entre S_2 et S_3).

4 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES EXTÉRIEURES**4,1 Les appareils doivent porter une plaquette signalétique comportant les indications ci-après :**

- nom du fabricant;
- type (26-38 TT-4, par exemple);

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

**15
Mars
1955**

AIR

**7640
5**

- numéro de fabrication;
- tension d'alimentation (26 V, 400 Hz, une phase, par exemple).

4,2 Les appareils de taille supérieure à 38 mm sont munis de bornes repères R_1 , R_2 (R_3 , le cas échéant), S_1 , S_2 , S_3 .

4,3 Les appareils de taille inférieure à 37 mm sont munis de fils de sortie.

4,4 Les fils d'alimentation du rotor sont :

- rouges pour R_1 ;
- noirs pour R_2 .

4,5 Les fils du stator sont :

- noirs pour S_2 ;
- bleus pour S_1 ;
- jaunes pour S_3 (on peut utiliser quatre bornes seulement en reliant ensemble les deux fils noirs).

4,6 Dans le cas d'un appareil différentiel les fils du rotor sont :

- bleus (marqués de rouge) pour R_1 ;
- noirs (marqués de rouge) pour R_2 ;
- jaunes (marqués de rouge) pour R_3 .

5

DÉFINITION DES ESSAIS

5,1 Vérifications extérieures.

On vérifie que les caractéristiques générales extérieures sont conformes aux prescriptions du paragraphe 4.

On pèse l'appareil.

5,2 Mesures et vérifications des caractéristiques électriques.

5,2.1 COURANTS À VIDE — PUISSANCES DISSIPÉES.

On définit et on mesure ainsi qu'il suit les courants à vide et les puissances dissipées :

5,2.1.1 Enroulement monophasé (par ex. : rotor de transmetteur de téléaffichage).

L'enroulement considéré est alimenté, aux tension et fréquence normales d'utilisation, pendant une durée de 2 heures, avant la mesure (les bornes de l'autre, ou des autres enroulements, sont déconnectées).

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

**15
Mars
1955**

AIR

7640
6

Le courant i_1 mesuré doit être compris entre les valeurs i_{1m} et i_{1M} fixées par le Cahier des Charges ou annoncées par le constructeur.

La puissance W_1 mesurée doit être inférieure à la puissance W_{1M} fixée par le Cahier des Charges ou annoncée par le constructeur.

Les courant et puissance mesurés ne doivent pas varier de plus de 2 % quand le rotor fait un tour complet.

5,2.1.2 Enroulement triphasé.

a) *Cas des appareils pour lesquels l'autre enroulement est monophasé (par ex. : stator d'un récepteur de téléaffichage).*

Les bornes R_1 et R_2 sont déconnectées. On alimente, pendant une durée de 2 heures, avant la mesure, les bornes S_2 , d'une part, S_1 et S_3 connectées ensemble, d'autre part, sous une tension égale à $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois la tension maximum induite entre phases (avec la tension normale d'alimentation). Le rotor est au zéro électrique.

Le courant mesuré i_2 doit être compris entre deux valeurs i_{2m} et i_{2M} , fixées par le Cahier des Charges ou annoncées par le constructeur; la puissance mesurée W_2 doit être inférieure à une valeur W_{2M} fixée par le Cahier des Charges ou annoncée par le constructeur.

De même, le rotor étant à 90° du zéro électrique, on doit trouver, pour le courant et la puissance, des valeurs comprises entre des limites i'_{2m} , i'_{2M} et inférieures à une valeur W'_{2M} .

b) *Cas des appareils pour lesquels l'autre enroulement est triphasé (ex. : rotor de récepteur différentiel).*

L'enroulement considéré est alimenté, sous la tension d'utilisation, entre les bornes S_2 (ou R_2), d'une part, S_1 et S_3 (ou R_1 et R_3) connectées ensemble, d'autre part, pendant une durée de 2 heures, avant la mesure. Le courant et la puissance mesurés doivent être limités par des valeurs i_{3m} , i_{3M} et W_{3M} .

5,2.2 TENSION INDUITE — COUPLAGE.

5,2.2.1 Appareils TT, RT, TS.

On applique une tension $U_0 \pm 1\%$ (ou $U'_0 \pm 1\%$, suivant les cas) entre R_1 et R_2 .

On fait tourner le rotor à partir du zéro électrique et l'on note, de 3° en 3° (de 0 à 360°), les tensions entre S_1 et S_2 , S_2 et S_3 , S_3 et S_1 .

La valeur de la tension ($U_{s_1}, S_2 = U_{s_2}, S_3$), au zéro électrique, est désignée par U_1 (ou U'_1 avec U'_0).

La valeur maxima U_{s_1}, S_2 est désignée par U_2 (ou U'_2 si $U_0 = 115$ V); le rapport de transformation est $\frac{U_2}{U_0}$ (ou $\frac{U'_2}{U'_0}$); on doit avoir :

$$\frac{U_2}{U_0} = 0,454 \pm 1,5\% \left(\text{ou } \frac{U'_2}{U'_0} = \frac{90}{115} = 0,783 \pm 1,5\% \right);$$

alors :

$$U_1 = 10,22 \text{ V} \quad \text{et} \quad U'_1 = 78 \text{ V}.$$

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640

7

5.2.2.2 Appareils TTD et TSD.

S_1 étant lié à S_3 , on applique une tension de $10,22 \text{ V} \pm 1 \%$ (ou de $78 \text{ V} \pm 1 \%$) entre S_1 et S_2 ; on tourne l'arbre jusqu'à ce que la tension entre R_1 et R_3 soit maximum; cette valeur sera désignée par U_3 (ou U'_3); on doit avoir :

$$\frac{U_3}{10,22} = 1,218 \pm 2 \% \quad \left(\text{ou } \frac{U'_3}{78} = \frac{95}{78} = 1,218 \pm 2 \% \right).$$

5.2.2.3 Appareils RTD.

S_1 étant lié à S_3 , on applique une tension de $10,22 \text{ V} \pm 1,5 \%$ entre S_1 et S_2 (ou $78 \text{ V} \pm 1,5 \%$); on tourne l'arbre jusqu'à avoir une tension maximum entre R_1 et R_2 ; cette valeur est désignée par U_4 (ou U'_4); cette tension maximum doit avoir la même valeur, à 2% près, que celle obtenue entre S_1 et S_2 , en appliquant $10,22 \text{ V}$ (ou 78 V) entre R_1 et R_2 .

5.2.2.4 Appareils SD.

S_1 étant lié à S_3 , on applique une tension de $10,22 \text{ V} \pm 1 \%$ (ou $78 \text{ V} \pm 1 \%$) entre S_1 et S_2 ; on tourne le rotor jusqu'à avoir une tension maximum entre R_1 et R_2 ; cette tension est désignée par U_5 (ou U'_5) et l'on doit avoir :

$$\frac{U_5}{10,22} = 0,735 \pm 3 \% \quad \text{ou} \quad \frac{U'_5}{78} = \frac{57,3}{78} = 0,735 \pm 3 \%.$$

5.2.3 PRÉCISION DES APPAREILS.

5.2.3.1 Précision statique individuelle des appareils.

5.2.3.1.1. — On commence par déterminer la position du zéro électrique, défini au paragraphe 4.

a) Cas des appareils TT et RT.

On applique, entre les bornes R_1 et R_2 , la tension normale d'utilisation.

On mesure la tension, entre S_1 et S_3 , à l'aide d'un voltmètre, ayant une sensibilité de 1 mV et une impédance minimum de $500\,000 \text{ ohms}$, et d'un filtre passe-bas présentant une atténuation d'au moins 35 db pour le 2^{e} harmonique et les harmoniques supérieurs (ou encore on utilise un oscillographe cathodique, branché entre S_1 et S_3).

On tourne le rotor jusqu'à avoir une tension nulle entre S_1 et S_3 .

Pour éviter toute ambiguïté entre la position recherchée du zéro électrique et celle à 180° , on peut la préciser par le montage de la figure 1 ⁽¹⁾, où :

U_0 = tension normale d'alimentation du réseau;

U_1 = tension entre les bornes S_1 , S_2 (ou S_2 , S_3) quand la tension aux bornes S_1 , S_3 est nulle.

b) Cas des appareils TTD, RTD, TD.

On applique la tension normale d'utilisation entre les bornes S_1 , S_3 connectées ensemble, d'une part, et les bornes R_2 et S_2 connectées ensemble, d'autre part.

Les appareils de mesure sont les mêmes qu'en « a ».

(1) Page 17.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640
8

On recherche la position du rotor donnant une tension nulle entre R_1 et R_3 . Pour éviter toute ambiguïté entre la position recherchée du zéro électrique et celle à 180° , on peut la préciser par le montage de la *figure 2* ⁽¹⁾.

c) *Cas des appareils SD.*

On applique la tension normale d'alimentation du réseau entre les bornes S_1 et S_3 connectées ensemble, d'une part, et la borne S_2 , d'autre part.

On tourne le rotor jusqu'à avoir une tension nulle entre R_1 et R_2 . Pour éviter toute ambiguïté entre la position recherchée du zéro électrique et celle à 180° , on peut la préciser par le montage de la *figure 3* ⁽¹⁾, la tension lue sur V doit être minimum.

Les appareils de mesure sont les mêmes qu'en « a ».

5,2.3.1.2. — *On vérifie ensuite la précision statique individuelle des appareils.*

La méthode employée consiste à comparer la position géométrique du rotor à sa position électrique.

a) *Cas des appareils TT et RT (fig. 4) ⁽¹⁾.*

Soit, par exemple, un rotor monophasé de transmetteur et un stator triphasé. Deux résistances égales, de valeur très élevée ($10\,000\ \text{ohms} \pm 1\ \text{ohm}$) devant les résistances des branches S_2 , S_1 , et S_2 , S_3 , sont branchées entre S_2 et S_1 , S_2 et S_3 . Une résistance égale ($10\,000\ \text{ohms} \pm 1\ \text{ohm}$), susceptible d'être fractionnée en résistances partielles $R_1 \pm \frac{1}{10\,000}$, $R_2 \pm \frac{1}{10\,000} \dots R_{20}$ par un curseur C, est branchée entre S_1 et S_3 .

Les valeurs des résistances R_1 , $R_2 \dots R_{20}$, sont :

$R_1 = R_{20} = 587,40\ \text{ohms}$
$R_2 = R_{19} = 556,80\ \text{»}$
$R_3 = R_{18} = 531,40\ \text{»}$
$R_4 = R_{17} = 510,50\ \text{»}$
$R_5 = R_{16} = 493\ \text{»}$
$R_6 = R_{15} = 479,70\ \text{»}$
$R_7 = R_{14} = 469,20\ \text{»}$
$R_8 = R_{13} = 461,40\ \text{»}$
$R_9 = R_{12} = 456,30\ \text{»}$
$R_{10} = R_{11} = 453,90\ \text{»}$

Pour chaque valeur de « a », il y a une position du curseur pour lequel la tension entre S_2 et C est nulle. L'appareil ayant été calé au zéro électrique, on place le curseur C à une position correspondant à une valeur a_1 ; on place ensuite le rotor jusqu'à ce que l'on ait une tension nulle entre S_2 et C; si l'on trouve une valeur « a_2 », l'erreur de l'appareil, pour cette position, est $a_2 - a_1$.

On effectue ces mesures de 3° en 3° (de 0 à 360°).

Il faut permuter les trois résistances aux bornes S_1 , S_2 , S_3 , pour vérifier l'appareil le long d'une rotation complète du rotor.

L'erreur maximum doit être de $10'$, pour les appareils de taille supérieure à 37 mm, et de $15'$, pour les appareils de taille inférieure à 37 mm.

(1) Page 17.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640

9

b) *Cas des appareils SD (voir fig. 5) ⁽¹⁾.*

Un transmetteur TS, de taille supérieure à l'appareil SD essayé, est relié, d'une part, à cet appareil SD, d'autre part, au réseau de résistances défini précédemment.

Le rotor R_1 , R_2 , du synchrodétecteur SD, est relié à un voltmètre électronique, d'impédance supérieure à 75 000 ohms, ou à un oscillographe cathodique.

Le transmetteur TS est calé, préalablement, au zéro électrique.

On place le curseur C à la position 0° . On tourne le rotor du transmetteur jusqu'à ce que l'on ait une lecture nulle au voltmètre V (ou sur l'oscillographe). On tourne ensuite le rotor de l'appareil SD jusqu'à ce que la tension, aux bornes R_1 , R_2 du synchrodétecteur, soit nulle (la position 0° se différencie de la position à 180° en ce que, pour un petit déplacement positif du rotor du synchro, la tension, entre les bornes R_1 , R_2 du synchrodétecteur, est en phase avec celle aux bornes R_1 , R_2 du transmetteur).

La différence entre la position géométrique du rotor du synchro et l'angle électrique affiché au moyen de C représente l'erreur électrique.

On recommence ainsi, de 3° en 3° , de 0 à 360° . L'erreur maximum doit être de $15'$, pour les appareils de taille inférieure à 37 mm, et de $10'$, pour les appareils de taille supérieure à 37 mm.

c) *Cas des appareils différentiels.*

On détermine la précision statique individuelle du rotor et du stator (voir fig. 6) ⁽²⁾.

Rotor.

Les bornes S_1 , S_3 , connectées ensemble, d'une part, et la borne S_2 , d'autre part, sont alimentées sous la tension normale d'utilisation (par ex. : on peut choisir la tension maxima induite aux bornes du transmetteur TT qui alimente l'appareil en essai).

Les bornes R_1 , R_2 , R_3 , sont reliées au réseau de résistances déjà défini. Le curseur C étant placé dans une position quelconque définie par l'angle « a », on fait tourner le rotor d'un angle « a_1 », jusqu'à avoir une lecture nulle en V; la différence entre « a_1 » et « a » représente l'erreur électrique. On recommence, pour toutes les positions, de 3° en 3° , de 0 à 360° .

Stator (voir fig. 7) ⁽²⁾.

On place le curseur C à la position correspondant à l'angle géométrique « a »; on tourne le rotor du transmetteur (TT, si l'on essaie un appareil TTD, TS, si l'on essaie un appareil TSD) jusqu'à ce que l'on ait une tension nulle en V. On tourne ensuite le rotor de l'appareil en essai d'un angle « a_1 », jusqu'à ce que l'on ait une tension nulle en V_1 . La différence, $a_1 - a$, représente l'erreur électrique. On recommence, pour toutes les positions, de 3° en 3° , de 0 à 360° .

L'erreur maxima doit être inférieure à $15'$ pour les appareils de toute taille.

5.2.3.2 *Vérification de la précision d'une liaison donnée.*a) *Liaison transmetteur-synchrodétecteur.*

Les deux appareils, préalablement essayés individuellement, sont calés, l'un et l'autre, au zéro électrique, puis couplés mécaniquement. Le transmetteur est alimenté normalement et le synchrodétecteur débite sur un voltmètre à haute impédance. On fait tourner l'ensemble des deux rotors liés ensemble et l'on mesure, de 3° en 3° (de 0 à 360°), la tension d'erreur; cette erreur doit être inférieure à la somme des erreurs individuelles du transmetteur et du synchrodétecteur.

(1) Page 17.

(2) Page 18.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640
10b) *Liaison transmetteur, transmetteur-différentiel, synchrodétecteur.*

Le transmetteur, alimenté normalement, est lié, électriquement, au transmetteur différentiel, lui-même couplé, électriquement et mécaniquement, au synchrodétecteur.

On procède comme précédemment.

c) *Liaisons de téléaffichage.*

Les deux appareils, préalablement essayés et calés au zéro électrique, sont reliés électriquement; le transmetteur est alimenté normalement. On fait tourner le rotor du transmetteur, de 3° en 3° (de 0 à 360°), et l'on note les positions correspondantes du rotor du récepteur. La différence, qui constitue l'erreur, est supérieure à la somme des erreurs individuelles du transmetteur et du récepteur, et les limites sont les suivantes :

- 70', pour les appareils de taille égale ou inférieure à 37 mm;
- 60', pour les appareils de taille supérieure à 37 mm.

5,2,4 ESSAIS PARTICULIERS AUX APPAREILS DE SYNCHRODÉTECTION.

5,2,4.1 *Gradient de tension (appareil SD).*

Le synchrodétecteur est alimenté en appliquant une tension de 11,8 V entre S_2 , d'une part, et S_1 , S_3 , d'autre part. Les bornes R_1 , R_2 , sont reliées à celles d'un voltmètre électronique, d'impédance supérieure ou égale à 100 000 ohms, ou d'un oscillographe. L'appareil ayant été préalablement calé au zéro électrique, on trace la courbe de tension en fonction du calage. Cette courbe doit être identique à ± 3 % près, à celle indiquée par les spécifications particulières ou annoncées par le constructeur.

5,2,4.2 *Tension minimum (appareils TS, TSD, SD).*

On détermine la tension minimum et sa composante fondamentale.

Le montage est représenté par la *figure 8* ⁽¹⁾; l'appareil est connecté comme suit :

APPAREIL	ALIMENTATION PRIMAIRE		TENSION MINIMUM	
	BORNES	TENSION	BORNES	CALAGE DU ROTOR
Transmetteur TS.....	R_1-R_2	U_0	S_1-S_3 S_3-S_2 S_2-S_1	0 — 180 60 — 240 120 — 300
Transmetteur différentiel TSD	$S_2-(S_1, S_3)$	U_1	R_1-R_3 R_2-R_1 R_3-R_2	0 — 180 60 — 240 120 — 300
TSD.....	$S_3-(S_1, S_2)$	U_1	R_2-R_1 R_3-R_2 R_1-R_3	0 — 180 60 — 240 120 — 300
TSD.....	$S_1-(S_3, S_2)$	U_1	R_3-R_2 R_1-R_3 R_2-R_1	0 — 180 60 — 240 120 — 300
SD	$S_2-(S_1, S_3)$	U_1	R_1-R_2	0 — 180
	$S_1-(S_2, S_3)$	U_1	R_1-R_2	60 — 240
	$S_3-(S_1, S_2)$	U_1	R_1-R_2	120 — 300

(1) Page 19.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640

11

Le permutateur étant en position 1, on lit, au voltmètre électronique ou à l'oscillographe, en faisant tourner le rotor, autour du zéro, la tension minimum E_1 correspondant à la fréquence fondamentale. Le permutateur étant en position 2, on lit, en faisant tourner le rotor, autour du zéro, la tension minimum E_2 .

Les valeurs maxima doivent être les suivantes :

a) pour appareils alimentés sous 115 V :

	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DES APPAREILS	
	< 38 mm	> 38 mm
Appareils TS et TSD	$E_2 = 150 \text{ mV}$ $E_1 = 90 \text{ mV}$	$E_2 = 125 \text{ mV}$ $E_1 = 75 \text{ mV}$
Appareils SD	$E_2 = 90 \text{ mV}$ $E_1 = 60 \text{ mV}$	$E_2 = 75 \text{ mV}$ $E_1 = 40 \text{ mV}$

b) pour appareils alimentés sous 26 V :

	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DES APPAREILS	
	< 38 mm	> 38 mm
Appareils TS et TSD	$E_2 = 90 \text{ mV}$ $E_1 = 40 \text{ mV}$	$E_2 = 90 \text{ mV}$ $E_1 = 50 \text{ mV}$
Appareils SD	$E_2 = 60 \text{ mV}$ $E_1 = 40 \text{ mV}$	$E_2 = 50 \text{ mV}$ $E_1 = 25 \text{ mV}$

5,2,5 ESSAIS PARTICULIERS AUX APPAREILS DE TÉLÉAFFICHAGE.

5,2,5.1 Amortissement des appareils RT.

Le récepteur en essais est alimenté par un transmetteur de même taille. Le rotor du transmetteur, alimenté normalement, est calé au zéro électrique.

On décale le récepteur, à partir du zéro électrique, de $\pm 36^\circ$ et $\pm 179^\circ$. Le rotor, une fois lâché, doit revenir à sa position d'équilibre, en un temps inférieur à 1,5 s, pour l'écart de 36° , et à 3 s, pour l'écart de 179° .

5,2,5.2 Gradient de couple propre.

Les montages sont définis par les figures (1) :

- 9, pour les appareils TT et RT;
- 10, pour les appareils TTD et RTD.

(1) Page 19.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640
12

Les rotors se mettent à la position du zéro électrique. Une poulie étant fixée au rotor, on suspend des poids de manière à avoir des déviations, de 2° en 2°, jusqu'à des calages de $\pm 10^\circ$. La courbe obtenue doit être identique à celle indiquée par les spécifications particulières ou annoncées par le constructeur.

5,3 Essais électriques.

5,3.1 ÉCHAUFFEMENT.

5,3.1.1 Les essais sont effectués dans les conditions d'ambiance définies ci-après :

- pression : 1 000 mb $\pm$ 50 mb;
- température : 20° C $\pm$ 5° C.

Le montage est celui de la figure 11 (1).

5,3.1.2 Le permutateur P_2 permet :

- en position b' , de relier S_2 avec S_1-S_3 par l'intermédiaire d'une résistance variable et d'un ampèremètre, et de relier R_2 à l'alimentation;
- en position a' , de relier le pont à R_1-R_2 ou à $S_2-S_1-S_3$, suivant la position de P_1 .

5,3.1.3 Pour tous les appareils transmetteurs et récepteurs (sauf les différentiels), on place le rotor à la position du zéro électrique et on le bloque. On règle alors la résistance variable de manière que le courant d'alimentation (indiqué par l'ampèremètre A_1) soit égal à :

- 250 % du courant à vide, pour les transmetteurs de synchrodétection;
- 150 % du courant à vide, pour les transmetteurs de téléaffichage;
- 120 % du courant à vide, pour les récepteurs de téléaffichage.

La tension d'alimentation est U_0 pour les transmetteurs et récepteurs; on laisse l'appareil, ainsi branché, pendant 2 heures, puis on détermine l'échauffement des enroulements par la mesure de leur résistance R_t au pont de Wheatstone et par la formule :

$$\Delta T = (234,5 + T_a) \left(\frac{R_t}{R_a} - 1 \right) - T_a,$$

formule dans laquelle :

- « T_a », représente la température ambiante;
- « R_a », la résistance à cette température.

5,3.1.4 Pour les synchrodétecteurs (voir fig. 12) (1), on alimente le stator sous la tension U_1 ; le rotor est placé dans la position où la tension induite est maximum; entre les bornes R_1 , R_2 , est branchée une résistance variable qui est réglée de manière que le courant, dans cette résistance, soit égal à 150 % du courant débité dans l'impédance normale d'utilisation de l'appareil. L'appareil est laissé ainsi pendant 2 heures; on mesure l'échauffement de l'enroulement R_1-R_2 .

(1) Page 20.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz**15
Mars
1955****AIR****7640****13**

5,3.1.5 Pour les appareils différentiels, on laisse le rotor libre de tourner; le montage est celui de la figure 13 (1). L'appareil est alimenté, sous la tension U_1 , entre S_1 , S_3 et S_2 ; une résistance variable, placée entre R_1 , R_3 et R_2 , est réglée de manière à avoir un courant d'alimentation (mesuré par A_1) égal à :

- 200 % du courant à vide, pour les transmetteurs différentiels de synchrodétection;
- 150 % du courant à vide, pour les transmetteurs différentiels de téléaffichage;
- 120 % du courant à vide, pour les récepteurs différentiels de téléaffichage.

L'appareil est alimenté, pendant 2 heures, sous la tension U_1 . On mesure l'échauffement, le pont étant branché entre R_1 et R_2 .

Dans tous les cas, l'échauffement mesuré doit être compatible avec la classe des isolants utilisés, qui doit être indiquée par le constructeur.

5,3.2 ESSAIS DIÉLECTRIQUES ET D'ISOLEMENT.

Ces essais sont effectués conformément au Règlement AIR 0520.

La résistance d'isolement, sous 500 V continu, doit être supérieure à 20 mégohms.

5,4 Essai de vibrations.

Cet essai est effectué conformément au Règlement AIR 0850, dans les conditions définies ci-dessous :

- accélération : 4 g;
- période : 50 Hz.

Après cet essai, l'appareil doit subir, avec succès, l'essai de précision statique individuelle.

5,5 Essai à l'atmosphère saline.

Après cet essai, effectué conformément au Règlement AIR 0763, l'appareil doit subir avec succès l'essai de précision statique individuelle.

5,6 Essai hygroscopique.

Conforme au Règlement AIR 0511.

5,7 Essai de rosée.

Conforme au Règlement AIR 0521.

5,8 Essai aux champignons.

Conforme au Règlement AIR 0715.

(1) Page 20.

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz**15
Mars
1955****AIR****7640
14****5.9 Essai d'endurance.**

Le rotor de l'appareil en essai est entraîné à une vitesse de 1 200 tr/mn. L'alimentation se fait comme suit :

APPAREILS	BORNES	TENSIONS
TT, TS, RT	R_1, R_2	U_0
TTD, TSD	S_1, S_3, S_2	U_1
SD	S_1, S_3, S_2	U_1

Les bornes sont reliées à des résistances en étoile, de valeurs telles que le courant de charge soit égal à 10 % du courant primaire :

- S_1, S_3, S_2 , pour les appareils TT, TS, RT;
- R_1, R_3, R_2 , pour les appareils TTD, TSD.

Pour les appareils SD, les bornes R_1, R_2 , sont reliées à une résistance égale à la résistance normale d'utilisation qui ne doit pas, toutefois, être inférieure à 10 000 ohms.

L'essai est effectué selon le cycle suivant :

- 40 heures, axe vertical vers le haut
 - 40 heures, axe vertical vers le bas
 - 20 heures, axe horizontal, température ambiante : 20° C.
- température ambiante : 50° C;

Ce cycle est répété cinq fois.

Après cet essai, les appareils doivent pouvoir subir, avec succès, l'essai de précision statique individuelle.

6**ESSAIS D'HOMOLOGATION**

Le constructeur présente, au Service d'État qualifié, trois prototypes identiques qui sont repérés X, Y, Z.

Chacun de ces prototypes doit subir les vérifications, mesures, ou épreuves ci-après :

PROTOTYPE X :

- Vérifications extérieures (§ 5.1);
- Mesure et vérification des caractéristiques électriques (§ 5.2.1 : Courant à vide — Puissance dissipée);
- Tension induite — Couplage — Précision statique des appareils (§§ 5.2.2, 5.2.3.1);
- Détermination du gradient de tension (appareils SD, § 5.2.4.1) et de la tension minimum (appareils TS, TSD, SD, § 5.2.4.2);
- Essai d'amortissement (appareils RT, § 5.2.5.1);
- Détermination du gradient de couple propre (appareils TT, RT, TTD et RTD, § 5.2.5.2);

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

**15
Mars
1955**

AIR

7640

15

- Échauffement (§ 5,3.1);
- Essai diélectrique (§ 5,3.2);
- Essai de vibrations (§ 5,4);
- Essai à l'atmosphère saline (§ 5,5);
- Essai d'endurance (une fois le cycle défini au § 5,9, suivi à nouveau de l'essai de tension induite — couplage — précision statique).

PROTOTYPE Y :

- Les neuf premiers essais du prototype X;
- Essai complet d'endurance (§ 5,9);
- Essai hygroscopique (§ 5,6, suivi d'une fois le cycle défini au § 5,9).

PROTOTYPE Z :

- Les six premiers essais du prototype X;
- Essai complet d'endurance (§ 5,9);
- Essai hygroscopique (§ 5,6, suivi d'une fois le cycle défini au § 5,9).

PROTOTYPE Z :

- Les six premiers essais du prototype X;
- Essai d'endurance (§ 5,9);
- Essai de rosée (§ 5,7, suivi de l'essai de tension induite — couplage — précision statique);
- Essai aux champignons (§ 5,8).

7

ESSAIS DE RÉCEPTION

7,1 Essais individuels.

7,1.1 POUR TOUS LES APPAREILS :

- vérifications extérieures : conformité des différentes pièces aux dessins du dossier approuvé (§ 5,1);
- essai diélectrique;
- essais de tension induite, couplage et précision statique individuelle (pour ce dernier essai, les mesures se font de 15° en 15° seulement).

7,1.2 POUR LES APPAREILS RT :

- essai de précision d'une liaison donnée, par association avec un transmetteur étalon accepté par les Services Officiels (§ 5,2.3.2);
- amortissement (§ 5,2.5.1).

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz**15
Mars
1955****AIR****7640**
16**7,1.3 POUR LES APPAREILS SD :**

— essai de tension minimum (§ 5,2.4.2).

7,2 Essais par prélèvement.

On prélève, sur les lots présentés, un appareil sur cent, et cinq au minimum.

On effectue les épreuves ci-après, en plus de celles qui sont énumérées au paragraphe précédent :

- essai de courant et de puissance absorbée;
- essai d'échauffement;
- essai de gradient de couple (appareils RT, TT et TTD);

— essai d'endurance, d'une durée de 3 heures (l'appareil doit fonctionner, ainsi qu'il est précisé au § 5,9 : axe horizontal, température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Cette épreuve est suivie de l'essai de précision statique individuelle).

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640

17

8

FIGURES ANNEXÉES

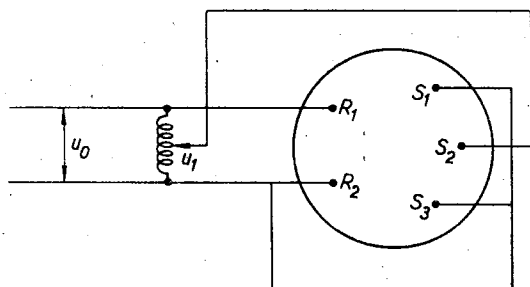


Fig. 1

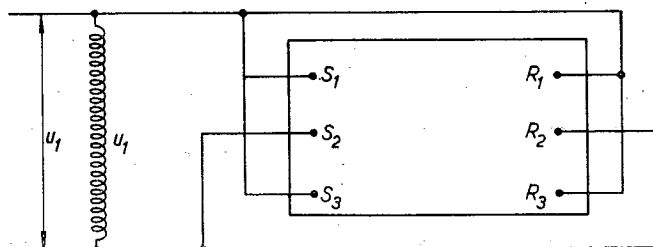


Fig. 2

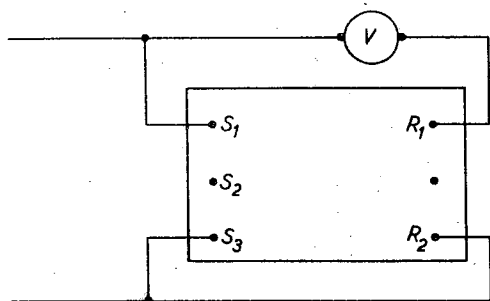


Fig. 3

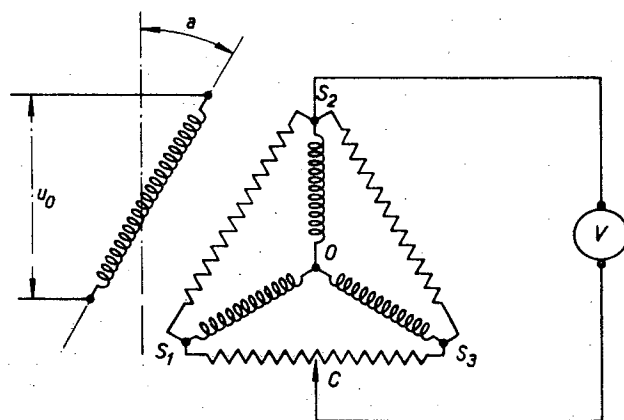


Fig. 4

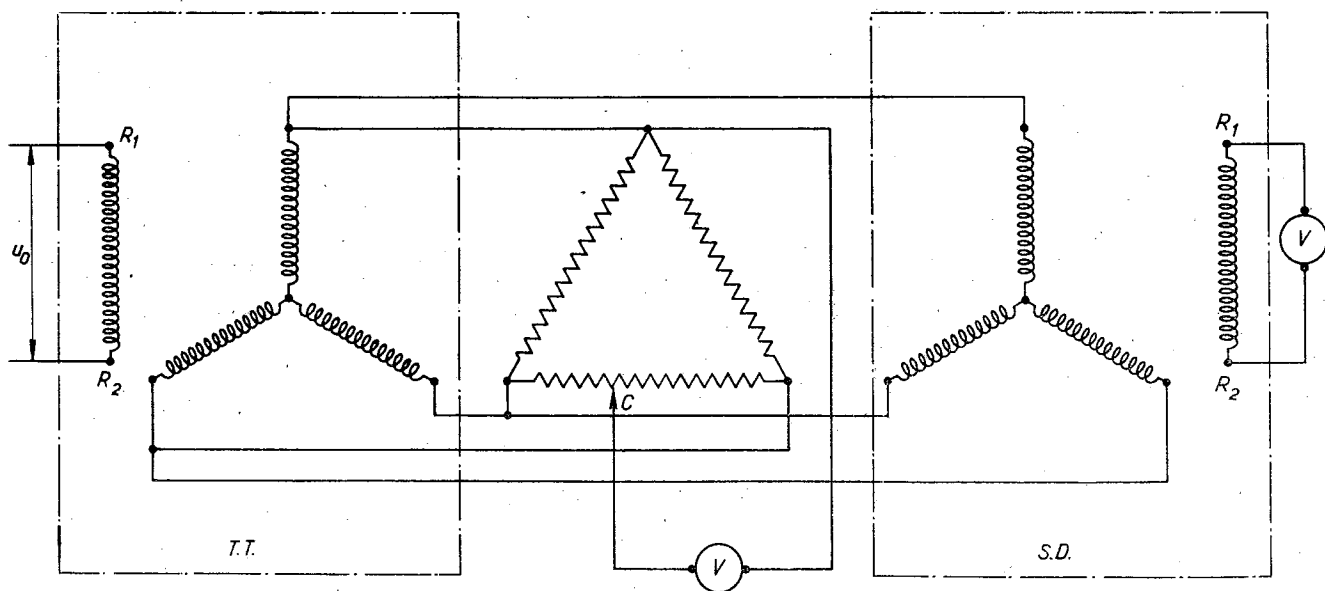


Fig. 5

FIGURES ANNEXÉES (suite)

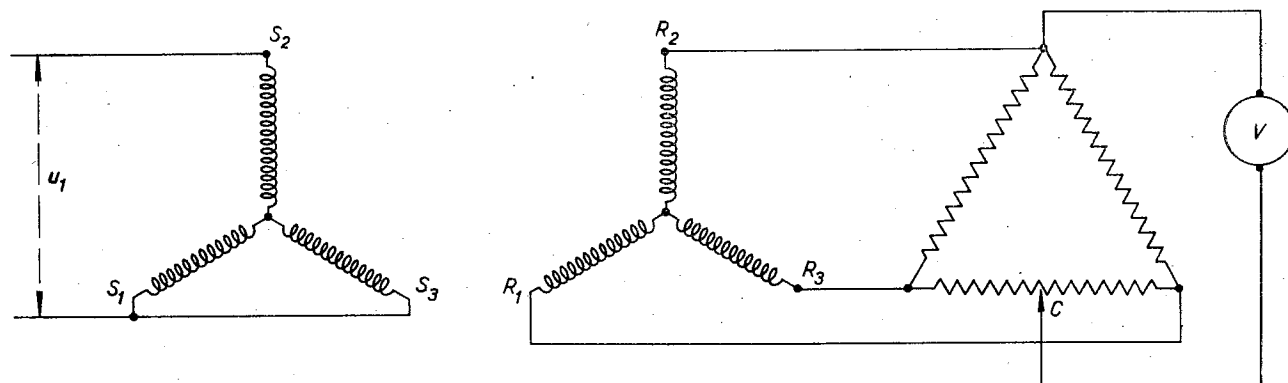


Fig. 6

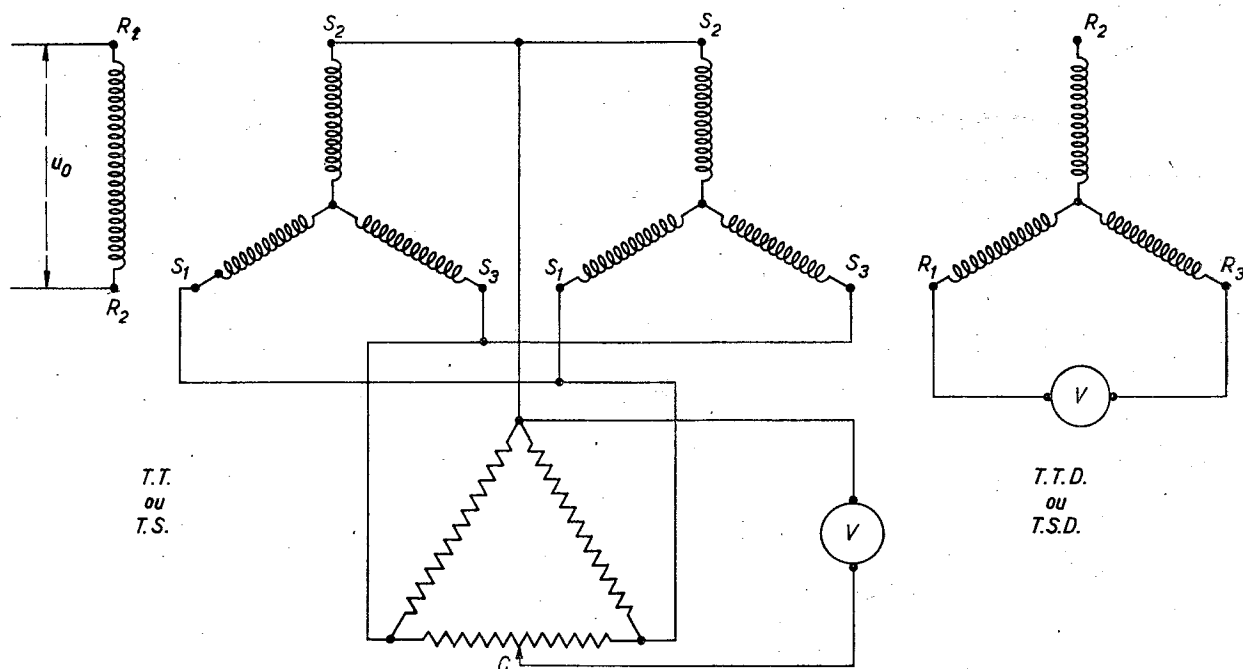


Fig. 7

FIGURES ANNEXÉES (suite)

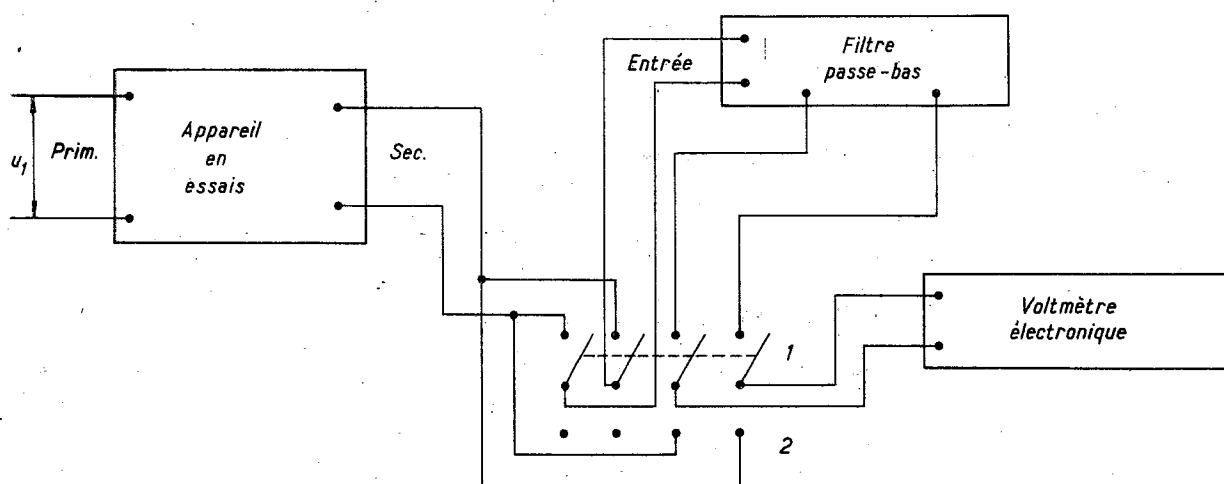


Fig. 8

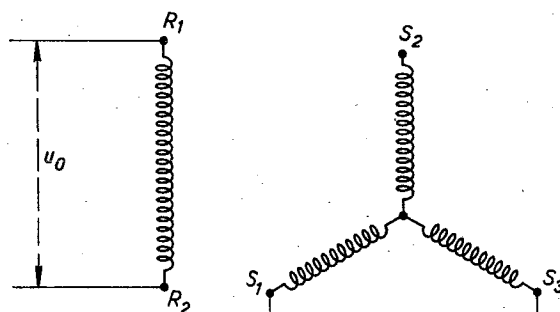


Fig. 9

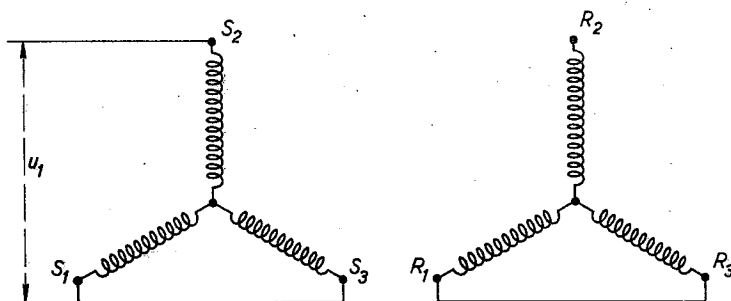


Fig. 10

CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAIS DES APPAREILS SYNCHROS 400 Hz

15
Mars
1955

AIR

7640

20

FIGURES ANNEXÉES (suite et fin)

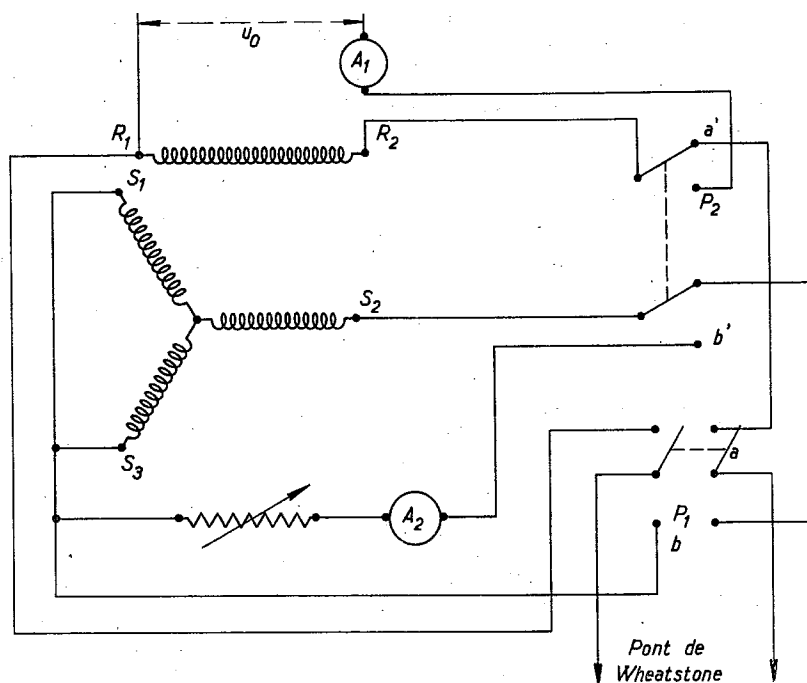


Fig. 11

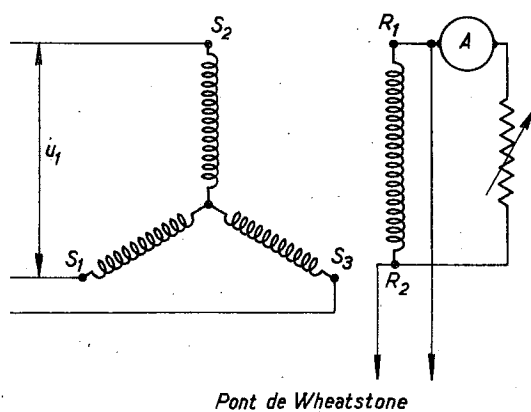


Fig. 12

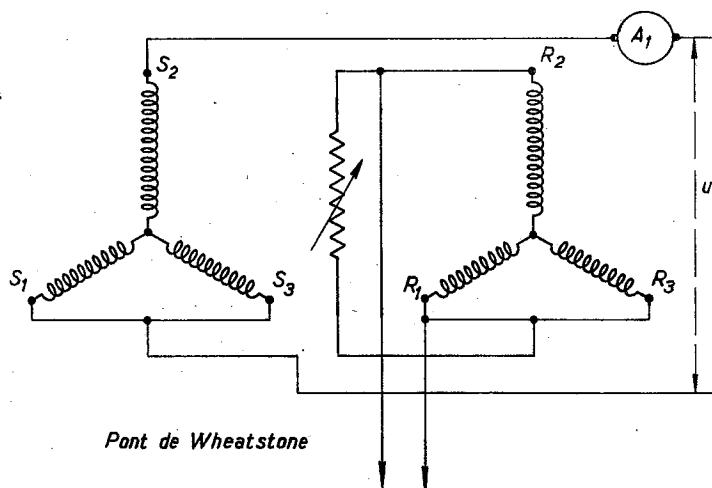


Fig. 13