PRESCRIPTIONS NORMALES

POUR LA

réception des machines et transformateurs électriques

(à l'exclusion du matériel de traction)

adoptées par le COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE BELGE

en séance du 20 février 1912 (1)

---

1. — Les prescriptions suivantes sont valables sauf stipulations contraires ; dans ce dernier cas, elles restent applicables pour tous les points qui n'ont pas été formellement modifiés.

Définitions.

2. — On appelle : *générateur électrique* ou *dynamo*, une machine rotative qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique et, plus spécialement, *alternateur* une dynamo engendrant des courants alternatifs simples ou polyphasés ;

moteur électrique, une machine rotative qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique et, plus spécialement, *alternomoteur* un moteur alimenté par des courants alternatifs ;

moteur-générateur ou *convertisseur*, une machine double résultant de l'accouplement mécanique d'un moteur et d'un générateur ;

commutatrice, une machine rotative où le courant électrique subit un changement de forme dans un même induit.

Tous ces appareils sont dénommés, pour abréger, *machines électriques*.

On appelle *transformateur statique*, un appareil à courants alternatifs, dépourvu de partie mobile et transformant l'énergie électrique en énergie électrique.

Dans le cas de courants alternatifs, les termes *intensité* et *tension* se rapportent, à moins d'indication contraire, à la valeur efficace du courant et de la différence de potentiel.

Quand il s'agit d'un système polyphasé, on entend par *tension* la différence de potentiel entre deux conducteurs principaux et par *courant* celui transmis par un conducteur principal.

---

(1) Ces prescriptions annulent et remplacent celles publiées antérieurement [*Annales des Mines de Belgique*, t. XIV (1909), pp. 1047 et suivantes].

Le *rapport de transformation* d'un transformateur statique est mesuré pratiquement par le rapport des tensions à vide.

On désigne par *fréquence* d'une grandeur alternative le nombre de *périodes* par seconde, qui est la moitié du nombre d'*alternances* par seconde.

Puissance.

3. — On entend par *puissance normale* d'une machine ou d'un transformateur statique la puissance *utile* que cet appareil peut supporter, sans interruption et avec un échauffement ne dépassant pas les valeurs fixées au paragraphe 8,

pendant *une heure*, s'il est destiné à un *service intermittent*, comportant des périodes alternées d'activité et de repos de l'ordre des minutes ;

pendant un *nombre d'heures à convenir*, s'il est destiné à un *service momentané*, dans lequel des périodes de travail assez courtes pour qu'une température stationnaire ne puisse être atteinte sont suivies de périodes d'arrêt assez longues pour permettre le retour à une température voisine de la température ambiante ;

aussi longtemps qu'on veut, s'il est destiné à un *service continu*, dont les périodes de fonctionnement prolongé amènent l'établissement d'une température permanente de régime.

4. — La puissance utile d'un générateur, d'un convertisseur, d'une commutatrice ou d'un transformateur statique est la puissance électrique disponible aux bornes, exprimée en *kilowatts* et correspondant, dans le cas de courants alternatifs, à un facteur de puissance du circuit d'utilisation égal à l'unité, si une autre valeur n'est pas spécifiée pour ce facteur.

La puissance utile d'un moteur est la puissance mécanique disponible sur l'arbre.

5. — A tous les régimes n'excédant pas la puissance normale, les machines à collecteur n'exigeront pas plus d'un nettoyage ou autre entretien journalier de cet organe, avec les balais calés à demeure dans la position la plus favorable.

Plaque de régime.

6. — Les machines et les transformateurs statiques doivent être pourvus d'une plaque indicatrice, autant que possible inamovible, renseignant le genre de *service* prévu (*intermittent*, *momentané pour ... heures* ou *continu*), ainsi que les *valeurs normales* de la *puissance* (avec mention éventuelle du *facteur de puissance*), de la *tension*, du *courant*, de la *fréquence*, et de la *vitesse angulaire*.

Echauffement.

7. — L'échauffement des machines et des transformateurs statiques, ainsi que de leurs accessoires, tels que rhéostats, doit, dans tous les cas, être compatible avec la conservation en parfait état du matériel.

8. — Le tableau suivant indique, en degrés centigrades, les élévations de température au-dessus de la température ambiante qu'on peut admettre, quand celle-ci n'excède pas 35° C.

Enroulements de machines ou de transformateurs statiques, qui ne sont pas continuellement en court-circuit, et masses de fer dans lesquelles ils sont logés.	Isolement au coton	45°
	Id. au papier	45°
	Id. au mica, amiante ou composé analogue	65°
Enroulements toujours en court-circuit.	Isolement au coton	50°
	Id. au papier	50°
	Id. au mica, amiante ou composé analogue	70°
Collecteurs, bagues, balais		50°
Paliers, bornes, connexions		30°

En cas d'isolement mixte, il faut s'en tenir à la température correspondant à celui des diélectriques utilisés qui exige le moindre échauffement.

Si la température ambiante à prévoir est supérieure à 35° C. les chiffres ci-dessus doivent être diminués de l'excès.

9. — Pour les enroulements, on n'estimera les échauffements au thermomètre que si la méthode par mesure de l'augmentation de résistance électrique est inapplicable ou inopportune. Sauf indication différente, on adoptera la valeur 0,004 pour le coefficient de variation de la résistance du cuivre par degré centigrade.

10. — En employant le thermomètre, on assurera une conduction aussi parfaite que possible entre l'instrument et l'organe examiné ; on aura également soin d'empêcher le refroidissement du premier par rayonnement. La lecture doit se faire lorsque le thermomètre cesse de monter.

11. — Quand plusieurs mesures accusent des températures différentes, c'est toujours la valeur maxima obtenue qui doit être adoptée. Pour les transformateurs dans l'huile, on prendra la température des couches supérieures de l'huile.

12. — Conformément au paragraphe 3, les relevés de température s'effectueront après un fonctionnement ininterrompu d'une heure, pour les machines et les transformateurs statiques destinés à un service intermittent; du nombre d'heures inscrit sur la plaque de régime, pour les appareils à service momentané, et de durée prolongée jusqu'à l'établissement d'une température stationnaire, pour ceux à service continu.

On pourra toutefois limiter généralement la durée de l'essai des machines rotatives de la dernière catégorie à cinq heures, lorsque leur puissance normale est inférieure à 20 kilowatts, et à huit heures, quand elle est plus grande.

Il est, du reste, loisible d'appliquer une surcharge au début de l'essai, en vue d'arriver plus rapidement au régime permanent de température.

13. — Pendant les essais d'échauffement, les enveloppes, couvercles, capots, etc., prévus pour le service, doivent être en place. Une ventilation artificielle ne peut être créée que si elle a été prévue dans la spécification.

14. — Les appareils à tension ou à vitesse variable seront éprouvés dans les conditions les plus dures, sauf stipulation contraire.

Quand les circonstances ne permettront pas de réaliser le facteur de puissance stipulé pour la puissance normale d'une machine à courants alternatifs ou d'un transformateur statique, l'épreuve d'échauffement se fera en conservant, autant que possible, le nombre de *kilovolts-amperes* de cette puissance.

15. — La valeur à adopter pour la température ambiante, lors d'un essai, est la moyenne des lectures thermométriques faites, à intervalles réguliers pendant le dernier quart de la durée du fonctionnement, dans les courants d'air sensibles accédant à l'appareil examiné ou à leur défaut, à mi-hauteur autour de celui-ci; dans tous les cas, autant que possible à la distance minima suffisante pour se mettre à l'abri du rayonnement calorifique direct.

Surcharges.

16. — Les machines et les transformateurs statiques doivent pouvoir supporter, sans danger, les surcharges suivantes :

a) 20 pour 100 de la puissance normale pendant un cinquième du temps prévu au paragraphe 12 pour l'essai d'échauffement, sans que la durée puisse toutefois dépasser une heure;

b) 40 pour 100 de la puissance normale pendant trois minutes.

17. — Les épreuves de surcharge pourront se faire, dans l'ordre ci-dessus, immédiatement après l'essai en chage normale et, dans ce cas, les élévations de température constatées après l'expérience avec 20 pour 100 de surcharge ne pourront pas excéder de plus de 10° C. les valeurs inscrites dans le tableau du paragraphe 8.

Dans ces épreuves, on se rapprochera le plus possible des valeurs de service des éléments de fonctionnement, tels que vitesse, tension, facteur de puissance, qui sont appelés à demeurer pratiquement invariables en marche courante.

Sans changement du calage des balais, les collecteurs ne subiront pas, par les essais de surcharge, de détériorations telles qu'ils ne satisfassent plus à la prescription du paragraphe 5.

18. — Au point de vue mécanique, les machines doivent tolérer à vide, pendant cinq minutes, avec et sans exitation, une vitesse supérieure de 25 pour 100 à la vitesse maxima prévue en service, à moins que leur nature ou leur mode d'utilisation n'expose à des allures dépassant cet excès, auquel cas la tolérance doit s'élever à 100 pour 100.

Variations de tension et de vitesse.

19. — La variation de tension d'un générateur est mesurée par le plus grand écart observable, à vitesse normale constante, entre deux tensions correspondant à des débits qui n'excèdent pas le courant défini par la puissance normale, la tension ayant été préalablement réglée, avec ce courant, à la valeur prescrite pour la puissance normale.

Dans la plupart des cas, la différence maxima se trouve en passant de la pleine charge à la marche à vide.

Avec les machines auto-excitatrices, il faut, pour la recherche de la variation susdite, laisser la résistance du circuit inducteur invariable; avec les machines à excitation séparée, l'intensité du courant inducteur doit être maintenue constante.

Avec les machines à collecteur, les balais resteront calés dans la position de service.

20 — La détermination de la variation de tension des convertisseurs et des commutatrices doit s'effectuer, sans considération de la vitesse, en conservant à la tension et à la fréquence d'alimentation leur valeur normal de service.

La même règle s'applique aux transformateurs statiques.

21. — Quand il s'agit de machines à courants alternatifs ou de transformateurs statiques destinés à desservir des circuits inductifs,

la spécification doit mentionner, en plus de la variation de tension pour un facteur de puissance extérieure égal à l'unité, tout au moins celle correspondant à la valeur 0.8 de ce facteur.

22. — L'excitation d'une machine génératrice prévue pour un service à tension constante doit permettre de maintenir la valeur de régime de cette dernière, dans les conditions de vitesse angulaire normale, avec tous les débits compris entre zéro et une intensité atteignant 1.15 fois le courant défini par la puissance normale, même si, dans l'hypothèse de courants alternatifs fournis à un circuit d'utilisation inductif, le facteur de puissance de celui-ci vient à s'abaisser jusque 0.6.

23. — La variation de vitesse des moteurs est définie par la différence entre les vitesses angulaires relevées, à la puissance normale et à vide, avec la tension et la fréquence normales de service, et sans réglage des rhéostats d'excitation éventuels, ajustés pour la pleine charge.

24. — Exprimée en pour 100, une variation de tension ou de vitesse doit être rapportée à la tension ou à la vitesse correspondant à la puissance normale.

25. — Pour les alternomoteurs asynchrones, l'indication de la variation de vitesse est ordinairement remplacée par celle du glissement en pour 100 de la vitesse du synchronisme.

Rigidité diélectrique.

26. — Sauf à respecter les conditions spéciales imposées dans les distributions auxquelles les machines et les transformateurs statiques sont destinés, les essais de rigidité diélectrique dispensent des essais d'isolement. Il convient d'y procéder avant la mise en service courant des appareils. Il faut éviter leur répétition.

27. — Les machines et transformateurs statiques doivent pouvoir résister, pendant une minute et dans les conditions d'échauffement correspondant à la puissance normale, aux tensions d'essai ci-après, en rapport avec les valeurs les plus élevées V des tensions de service :

Valeurs de V	Tensions d'essai
Moins de 40 volts	100 volts
40 à 400 »	1,000 »
400 à 5,000 »	2.5 V »
5,000 à 7,500 »	V + 7,500 »
Plus de 7,500 »	2 V »

28. — Les tensions d'essai susdites sont à appliquer entre l'ensemble des enroulements normalement reliés et le bâti, ainsi qu'entre les enroulements normalement indépendants les uns des autres.

Quand les tensions de service des divers enroulements en jeu dans une même expérience de contrôle sont différentes, c'est la plus grande qui détermine la tension d'essai.

29. — Les enroulements associés de machines ou de transformateurs statiques fonctionnant en série doivent être éprouvés, par rapport à la terre, avec la tension d'essai correspondant à la tension totale de service du système.

30. — Les valeurs tirées du tableau du paragraphe 27 pour les tensions d'essai impliquent que celles-ci soient du même genre que les tensions de service. Elles doivent être multipliées par 0.7 si l'on utilise une tension d'essai alternative dans l'éventualité d'une tension de service continue, et par 1.4 dans le cas inverse.

31. — Pour un enroulement relié normalement au bâti, la tension d'essai à appliquer par rapport à ce dernier, après enlèvement de la connexion, se déterminera d'après la plus haute tension pouvant exister, en service courant, entre un point quelconque de cet enroulement et le bâti.

32 — L'enroulement mobile des alternomoteurs asynchrones doit être contrôlé à la masse avec la tension d'essai déduite de sa tension initiale de démarrage, à moins qu'il ne constitue un court-circuit permanent, auquel cas l'épreuve peut être abandonnée.

33. — Les enroulements des machines et des transformateurs statiques doivent tolérer, pendant cinq minutes une tension de fonctionnement supérieure de 30 pour 100 à la plus haute valeur de service.

Rendement.

34. — Le rendement d'un système quelconque est le rapport de la puissance utile que celui-ci restitue à la puissance totale qui lui est fournie.

Il peut être déterminé directement par la mesure de ces deux puissances ou indirectement par la mesure des pertes qui constituent leur différence. Les méthodes indirectes sont moins influencées par les erreurs d'observation que les procédés directs et, en général, d'une application plus facile.

La spécification d'un rendement doit être précisée par la mention de la méthode de détermination visée.

35. — A défaut d'autres indications, le rendement s'entend pour la puissance utile normale et les conditions d'échauffement correspondantes. Pour les alternateurs, moteurs synchrones, commutatrices et transformateurs statiques, il se rapporte au facteur de puissance un, à moins de stipulation contraire.

36. — La puissance dissipée dans le rhéostat d'excitation d'une machine est à comprendre dans la dépense d'excitation de celle-ci.

Dans le cas d'une excitation indépendante, il y a lieu d'exprimer séparément le rendement de la machine principale et celui de l'excitatrice.