

siemens.com/energy/transformers

Nouvelles directives de l'Union européenne relatives aux transformateurs

Ordonnance de la Commission européenne en matière d'écoconception

L'ordonnance de la Commission européenne en matière d'écoconception est entrée en vigueur en Juin 2014. Les nouvelles réglementations seront applicables dans toute l'Europe à partir du mois de juillet 2015, la phase suivante de renforcement des normes minimales est ensuite prévue en 2021.

Informations générales

Désignation de l'ordonnance n° 548/2014 de la Commission pour la mise en exécution de la directive 2009/125/CE sur l'écoconception

Domaine d'application : transformateurs de distribution et de puissance

Contenu : La directive relative à l'écoconception établit un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie. Ses objectifs sont une amélioration de l'efficacité énergétique et une optimisation générale des performances environnementales des appareils électriques, en vue de la réduction des émissions de CO₂.

La classe E2 se rapporte au groupe de produits Transformateurs. Sur la base d'une étude préparatoire, la Commission européenne a défini certaines normes d'écoconception pour les transformateurs, normes qui deviendront applicables en même temps que la nouvelle ordonnance de mise en œuvre. D'une manière générale, la nouvelle ordonnance doit assurer une augmentation de 20 % du rendement des appareils.

Exceptions : L'ordonnance ne s'applique pas aux transformateurs spécifiquement conçus et utilisés aux fins suivantes :

- transformateurs de mesure, pour l'alimentation d'appareils de mesure, compteurs, relais et appareils assimilés
- transformateurs à enroulement basse tension pour utilisation combinée avec des redresseurs de courant, pour l'alimentation en courant continu

- transformateurs de four
- transformateurs offshore
- transformateurs de secours
- (auto) transformateurs pour l'alimentation de lignes ferroviaires
- transformateurs de mise à la terre
- transformateurs montés sur véhicules ferroviaires
- transformateurs de démarrage pour la mise en marche de moteurs triphasés pour éliminer les creux de tension d'alimentation
- transformateurs d'essai pour la génération d'une certaine tension ou intensité de courant utilisés pour les essais d'équipements électriques
- transformateurs de soudage pour dispositifs de soudure à l'arc ou de soudage par résistance
- transformateurs pour applications en eau profonde
- transformateurs pour applications protégées contre les explosions et l'exploitation minière souterraine.
- transformateurs d'interface de moyenne tension (MT) à moyenne tension (MT), jusqu'à 5 MVA
- transformateurs de grande puissance, lorsqu'il est démontré, pour une application donnée, qu'il n'existe pas de solution de remplacement techniquement faisable pour répondre aux exigences minimales en matière d'efficacité fixées
- transformateurs de grande puissance qui doivent remplacer à l'identique des transformateurs de grande puissance existants sur le même emplacement physique/ dans la même installation, lorsque ce remplacement ne peut être réalisé sans que cela donne lieu à des coûts disproportionnés liés à leur transport et/ou à leur installation

Cela n'affecte pas les exigences de présentation d'informations sur les produits et de documentation technique (cf. p. 3).

1. Prescriptions relatives aux transformateurs de distribution (triphases, ≤ 3.150 kVA)

a. Transformateurs de distribution immergés dans un liquide « type cabine »

Pertes maximales dues à la charge et pertes maximales à vide pour transformateurs avec un enroulement pour lequel $U_m \leq 24$ kV et l'autre enroulement pour lequel $U_m \leq 1,1$ kV

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (à partir du 1er juillet 2015)		Phase 2 (à partir du 1er juillet 2021)	
	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*
≤ 25	C_k (900)	A_o (70)	A_k (600)	A_o -10% (63)
50	C_k (1.100)	A_o (90)	A_k (750)	A_o -10% (81)
100	C_k (1.750)	A_o (145)	A_k (1.250)	A_o -10% (130)
160	C_k (2.350)	A_o (210)	A_k (1.750)	A_o -10% (189)
250	C_k (3.250)	A_o (300)	A_k (2.350)	A_o -10% (270)
315	C_k (3.900)	A_o (360)	A_k (2.800)	A_o -10% (324)
400	C_k (4.600)	A_o (430)	A_k (3.250)	A_o -10% (387)
500	C_k (5.500)	A_o (510)	A_k (3.900)	A_o -10% (459)
630	C_k (6.500)	A_o (600)	A_k (4.600)	A_o -10% (540)
800	C_k (8.400)	A_o (650)	A_k (6.000)	A_o -10% (585)
1.000	C_k (10.500)	A_o (770)	A_k (7.600)	A_o -10% (693)
1.250	B_k (11.000)	A_o (950)	A_k (9.500)	A_o -10% (855)
1.600	B_k (14.000)	A_o (1.200)	A_k (12.000)	A_o -10% (1.080)
2.000	B_k (18.000)	A_o (1.450)	A_k (15.000)	A_o -10% (1.305)
2.500	B_k (22.000)	A_o (1.750)	A_k (18.500)	A_o -10% (1.575)
3.150	B_k (27.500)	A_o (2.200)	A_k (23.000)	A_o -10% (1.980)

b. Prescriptions relatives aux transformateurs immergés « haut de poteau » de 25 à 315 kVA

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (à partir du 1er juillet 2015)		Phase 2 (à partir du 1er juillet 2021)	
	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*
25	C_k (900)	A_o (70)	B_k (725)	A_o (70)
50	C_k (1.100)	A_o (90)	B_k (875)	A_o (90)
100	C_k (1.750)	A_o (145)	B_k (1.475)	A_o (145)
160	C_k +32% (3.102)	C_o (300)	C_k +32% (3.102)	C_o -10% (270)
200	C_k (2.750)	C_o (356)	B_k (2.333)	B_o (310)
250	C_k (3.250)	C_o (425)	B_k (2.750)	B_o (360)
315	C_k (3.900)	C_o (520)	B_k (3.250)	B_o (440)

c. Transformateurs de distribution « de type sec » (≤ 3.150 kVA)

Pertes maximales dues à la charge et pertes maximales à vide pour les transformateurs de type sec avec un enroulement ≤ 24 kV et d'un enroulement ≤ 1,1 kV.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (à partir du 1er juillet 2015)		Phase 2 (à partir du 1er juillet 2021)	
	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*
≤ 50	B_k (1.700)	A_o (200)	A_k (1.500)	A_o -10% (180)
100	B_k (2.050)	A_o (280)	A_k (1.800)	A_o -10% (252)
160	B_k (2.900)	A_o (400)	A_k (2.600)	A_o -10% (360)
250	B_k (3.800)	A_o (520)	A_k (3.400)	A_o -10% (468)
400	B_k (5.500)	A_o (750)	A_k (4.500)	A_o -10% (675)
630	B_k (7.600)	A_o (1.100)	A_k (7.100)	A_o -10% (990)

* Les pertes maximales pour des puissances assignées en kVA comprises entre les valeurs indiquées dans le tableau sont calculées par interpolation linéaire.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (à partir du 1er juillet 2015)		Phase 2 (à partir du 1er juillet 2021)	
	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*	Pertes dues à la charge max. P_K (W)*	Pertes à vide max. P_O (W)*
800	A_k (8.000)	A_o (1.300)	A_k (8.000)	A_o -10% (1.170)
1.000	A_k (9.000)	A_o (1.550)	A_k (9.000)	A_o -10% (1.395)
1.250	A_k (11.000)	A_o (1.800)	A_k (11.000)	A_o -10% (1.620)
1.600	A_k (13.000)	A_o (2.200)	A_k (13.000)	A_o -10% (1.980)
2.000	A_k (16.000)	A_o (2.600)	A_k (16.000)	A_o -10% (2.340)
2.500	A_k (19.000)	A_o (3.100)	A_k (19.000)	A_o -10% (2.790)
3.150	A_k (22.000)	A_o (3.800)	A_k (22.000)	A_o -10% (3.420)

d. Correction des pertes dues à la charge et des pertes à vide pour d'autres tensions

Un enroulement $U_m \leq 24$ kV et un enroulement $U_m > 1,1$ kV	Les pertes maximales des tableaux 1a et 1c doivent être augmentées de 10 % chacune.
Un enroulement $U_m = 36$ kV et un enroulement $U_m \leq 1,1$ kV	Les pertes maximales des tableaux 1a et 1c doivent être augmentées de 15 % (pertes à vide) ou 10 % (pertes dues à la charge).
Un enroulement $U_m = 36$ kV et un enroulement $U_m > 1,1$ kV	Les pertes maximales des tableaux 1a et 1c doivent être augmentées de 20 % (pertes à vide) ou 15 % (pertes dues à la charge).
Tension double sur un enroulement	Dans le cas des transformateurs comportant un enroulement haute tension et deux tensions disponibles à partir d'un enroulement à prise basse tension, les pertes sont calculées sur la base de la basse tension la plus haute de l'enroulement basse tension et restent conformes aux pertes maximales admissibles indiquées dans les tableaux 1a et 1c. Sur ce type de transformateurs, la puissance maximale disponible à la tension la plus faible sur l'enroulement basse tension est limitée à 85 % de la puissance assignée à l'enroulement basse tension à sa tension la plus élevée. Dans le cas des transformateurs comportant un enroulement basse tension et deux tensions disponibles à partir d'un enroulement à prise haute tension, les pertes sont calculées sur la base de la haute tension la plus haute de l'enroulement haute tension et restent conformes aux pertes maximales admissibles indiquées dans les tableaux 1a et 1c. Sur ce type de transformateurs, la puissance maximale disponible à la tension la plus faible sur l'enroulement haute tension est limitée à 85 % de la puissance assignée à l'enroulement haute tension à sa tension la plus élevée.
Tension double sur les deux enroulements	Lorsque la tension nominale maximale est disponible indépendamment de la combinaison de tensions, la valeur indiquée dans les tableaux 1a et 1c peut être augmentée de 15 % pour les pertes à vide et de 10 % pour les pertes dues à la charge. Les pertes maximales admises indiquées dans les tableaux 1a et 1c peuvent être majorées de 20 % pour les pertes à vide comme pour les pertes dues à la charge dans le cas des transformateurs ayant une double tension sur chacun des deux enroulements. Le niveau des pertes est indiqué pour la puissance assignée maximale possible et en partant du principe que la puissance assignée reste la même quelle que soit la combinaison de tensions.

e. Prescriptions pour les transformateurs de distribution ≤ 3.150 kVA dotés de régleurs de tension sous tension ou en charge (y compris les transformateurs de distribution à régulateur de tension)

En phase 1, les pertes maximales susmentionnées doivent être dépassées de 20 % (pertes à vide) ou 5 % (pertes dues à la charge) et, en phase 2, de 10 % pour les pertes à vide.

2. Transformateurs de puissance

a. Prescriptions relatives aux transformateurs de moyenne puissance « immergés dans un liquide » (triphasés, > 3.150 kVA)

Pour les transformateurs de puissance > 3.150 kVA, un « indice d'efficacité minimum (PEI) » exprimé en pourcentage a été fixé. Là encore, son application est divisée en deux phases.

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (1er juillet 2015)	Phase 2 (1er juillet 2021)
	Indice d'efficacité minimum (%)	
3.150 < S _r ≤ 4.000	99,465	99,532
5.000	99,483	99,548
6.300	99,510	99,571
8.000	99,535	99,593
10.000	99,560	99,615
12.500	99,588	99,640
16.000	99,615	99,663
20.000	99,639	99,684
25.000	99,657	99,700
31.500	99,671	99,712
40.000	99,684	99,724

b. Prescriptions relatives aux transformateurs de moyenne puissance « de type sec » (triphasés, > 3.150 kVA)

Puissance assignée (kVA)	Phase 1 (1er juillet 2015)	Phase 2 (1er juillet 2021)
	Indice d'efficacité minimum (%)	
3.150 < S _r ≤ 4.000	99,348	99,382
5.000	99,354	99,387
6.300	99,356	99,389
8.000	99,357	99,390
≥ 10.000	99,357	99,390

c. Prescriptions pour les transformateurs de grande puissance immergés dans un liquide

Puissance assignée (MVA)	Phase 1 (1er juillet 2015)	Phase 2 (1er juillet 2021)
	Indice d'efficacité minimum (%)	
≤ 4	99,465	99,532
5	99,483	99,548
6,3	99,510	99,571
8	99,535	99,593
10	99,560	99,615
12,5	99,588	99,640
16	99,615	99,663
20	99,639	99,684
25	99,657	99,700
31,5	99,671	99,712
40	99,684	99,724
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
≥ 100	99,737	99,770

3. Prescriptions relatives aux informations sur les produits

À partir du 1er juillet 2015, les fabricants sont tenus de mettre à disposition les informations suivantes sur leurs produits :

La puissance assignée, les pertes dues à la charge, les pertes à vide, ainsi que la puissance électrique du système de refroidissement requis en marche à vide doivent être indiquées dans toutes les documentations sur les produits (notamment sur les sites internet en libre accès des fabricants), ainsi que sur la plaque signalétique.

Pour les transformateurs de grande puissance et pour les transformateurs de moyenne puissance (le cas échéant), la valeur de l'indice d'efficacité et la puissance à laquelle celle-ci survient doivent être indiquées dans la documentation et sur la plaque signalétique.

Une indication du poids de tous les composants principaux du transformateur doit être fournie dans toutes les informations sur les produits.

4. Mesures et méthodes de calcul

Les mesures doivent être prises au cours d'un procédé fiable, précis et reproductible. Les méthodes de mesure généralement reconnues sont admises.

Le calcul de l'indice d'efficacité des transformateurs de puissance est basé sur le rapport entre la puissance transmise moins les pertes électriques et la puissance transmise du transformateur.

$$PEI = 1 - \frac{2(P_0 + P_{c0})}{S_r \sqrt{\frac{P_0 + P_{c0}}{P_k}}}$$

P_0 = pertes à vide à la tension assignée et à la fréquence assignée, sur la prise assignée;

P_{c0} = puissance électrique requise par le système de refroidissement pour le fonctionnement à vide

P_k = pertes dues à la charge mesurées au courant assigné et à la fréquence assignée sur la prise assignée, ramenées à la température de référence selon EN 60076-2

S_r = puissance assignée du transformateur, basée sur P_k

Foire aux questions

Quelles obligations légales en découle-t-il ?

Les transformateurs, achetés après le 11 Juin 2014, et mis sur le marché ou mis en service au sein de l'Espace économique européen (EEE) devront impérativement, à partir du 1er juillet 2015, se conformer aux exigences d'écoconception de la nouvelle ordonnance, dès lors qu'ils appartiennent à son domaine d'application. Dans la mesure où l'ordonnance est une mesure de mise en exécution de la directive 2009/125/CE, le marquage CE, ainsi qu'une déclaration de conformité UE correspondante sont utilisés comme justificatifs de conformité.

La directive susmentionnée ne s'applique pas pour la fabrication de produits destinés à l'exportation dans des pays hors de l'EEE. L'exploitation des produits déjà mis sur le marché et en service peut se poursuivre.

Qui est responsable de la mise en œuvre ?

La responsabilité de mise en œuvre de la norme incombe aux personnes souhaitant mettre sur le marché un produit au sein de l'Espace économique européen (EEE). Il peut s'agir du fabricant, de son représentant ou de l'importateur d'un produit.

La mise sur le marché ou, si le transformateur n'est pas mis sur le marché (p. ex. utilisation propre par le fabricant), la mise en service du transformateur est déterminante.

Par mise sur le marché ; on entend « la première mise à disposition (livraison) sur le marché communautaire d'un produit lié à l'énergie en vue de sa distribution ou de son utilisation dans la Communauté ».

Qui contrôle le respect des directives ?

La surveillance du marché incombe à l'Etat qui doit définir les organismes et procédures de vérification du respect de la directive.

La société Siemens est-elle en mesure de se conformer aux prescriptions ?

Ces dernières années, Siemens a conçu et produit des transformateurs conformes à la première phase d'application de la nouvelle ordonnance sur l'écoconception, voire, pour certains, sa seconde phase. Par l'utilisation de nouveaux matériaux, tels que des tôles amorphes dans les transformateurs de distribution, il est possible de fabriquer des transformateurs à l'efficacité énergétique encore meilleure.

Pour ce qui est des transformateurs de grande puissance, notre expérience nous permet d'affirmer que les rendements peuvent être augmentés au-delà de la limite légale par des méthodes reconnues. La méthode d'évaluation des pertes appliquée depuis plusieurs années pour la détermination de solutions optimales individuelles et économiques s'est ici avérée. Il convient de poursuivre son application.

Quelles implications cette directive a-t-elle sur la conception des transformateurs ?

Les implications possibles peuvent être une exploitation croissante des matériaux et l'utilisation de tôles électriques de meilleure qualité ; des dimensions et poids plus élevés, parallèlement à des coûts d'investissement supérieurs.

Il est cependant important de pouvoir appliquer, dès aujourd'hui, toutes les exigences légales de la 1ère phase (à partir de 2015) aux concepts et matériaux de conception disponibles dans le secteur.

Questions sur la directive relative à l'écoconception ?

Pour toutes questions sur la directive relative à l'écoconception ou sa mise en exécution et conformité, adressez-vous à votre interlocuteur Siemens.



Copyright © 2015:
Siemens AG
Energy Management Division
Freyeslebenstraße 1
91058 Erlangen, Germany

Siemens AG
Transformers
Katzwanger Straße 150
90461 Nürnberg, Germany
www.siemens.com/energy

Printed in Germany
TH 101-150318 DB 0515