

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 43672 B1** (51) Cl. internationale : **H02J 3/00; H02J 13/00**

(43) Date de publication :
31.01.2020

(21) N° Dépôt :
43672

(22) Date de Dépôt :
19.01.2017

(30) Données de Priorité :
21.01.2016 FR 1650466

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/FR2017/050109 19.01.2017

(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation:EP17706544.8

(71) Demandeur(s) :
**RTE Réseau de Transport d'Electricité, Immeuble Window 7C place du Dôme 92073
La Défense Cedex (FR)**

(72) Inventeur(s) :
BUHAGIAR, Thierry

(74) Mandataire :
SABA & CO.TMP

(54) Titre : **SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DYNAMIQUE DE CAPACITÉS
MAXIMALES DE TRANSPORT DE COURANT ÉLECTRIQUE**

(57) Abrégé : Ce système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique comporte : des moyens (44) de stockage d'un modèle (54) de portion de réseau (10), d'une relation d'équilibre thermique (56), de températures limites de fonctionnement et de paramètres de conduction; et un récepteur (46) de valeurs de vitesses de vent mesurées par des stations anémométriques (24, 26, 28, 30). Il comporte en outre un calculateur (48) programmé (62, 64, 66, 68) pour : appliquer un modèle (60) de propagation de vent depuis au moins une station sélectionnée vers des points singuliers du modèle (54) de portion de réseau, pour l'estimation d'une valeur de vitesse de vent en chaque point singulier; et calculer au moins une valeur de capacité maximale en chaque point singulier à partir de la relation d'équilibre thermique (56), de chaque température limite de fonctionnement, de chaque paramètre de conduction et de paramètres météorologiques (58), en prenant en compte ladite valeur de vitesse de vent estimée en chaque point singulier dans la relation d'équilibre thermique (56).

WO 2017/125683

PCT/FR2017/050109

1

REVENDEICATIONS

1. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique relatives à une portion (10) de réseau de transmission de courant électrique à haute tension, comportant :
- 5 - des moyens (44) de stockage d'un modèle (54) de la portion de réseau, ce modèle (54) comportant des points singuliers (12, 14, 16, 18, 20, 22) et au moins une ligne (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7) conductrice de courant électrique à haute tension entre ces points
10 singuliers, d'une relation d'équilibre thermique prédéterminée (56), d'une température limite de fonctionnement de chaque ligne conductrice et de paramètres de conduction de chaque ligne conductrice,
 - 15 - un calculateur (48), ayant accès aux moyens de stockage (44), programmé (62, 64, 66, 68) pour calculer au moins une valeur de capacité maximale en chaque point singulier (12, 14, 16, 18, 20, 22) du modèle (54) de portion de réseau à partir de la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56), de chaque température limite de fonctionnement, de chaque paramètre de conduction et de
20 paramètres météorologiques (58),
caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (46) de réception, par le calculateur (48), de valeurs de vitesses de vent mesurées par un ensemble de stations anémométriques déployées autour de la portion de réseau, et en ce que le calculateur (48) est programmé pour :
 - 25 - sélectionner au moins une station anémométrique dans l'ensemble de stations anémométriques,
 - appliquer un modèle (60) de propagation de vent depuis ladite au moins une station sélectionnée vers les points singuliers (12, 14, 16, 18, 20, 22) du modèle (54) de portion de réseau, pour l'estimation
30 d'une valeur de vitesse de vent en chaque point singulier à partir des valeurs de vitesses de vent reçues, et
 - calculer ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier en prenant en compte ladite valeur de vitesse de vent estimée en chaque point singulier dans la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56).
35

WO 2017/125683

PCT/FR2017/050109

2

2. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon la revendication 1, dans lequel le calculateur (48) est plus précisément programmé (62) pour :

- 5 - déterminer un sens principal de vent à partir des valeurs de vitesses de vent reçues, et
- sélectionner la station anémométrique, dite station sous le vent, située la plus en amont dans le sens principal de vent déterminé.

3. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon la revendication 1 ou 2, dans lequel :

- 10 - la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56) est une équation mathématique équilibrant au moins des expressions mathématiques de gains par effet Joule et énergie solaire avec des expressions mathématiques de pertes par convection et rayonnement électromagnétique, et
- 15 - le calculateur (48) est programmé (66, 68) pour prendre en compte ladite valeur de vitesse de vent estimée en chaque point singulier dans l'expression mathématique de perte par convection.

4. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans
20 lequel le calculateur (48) est en outre programmé (68) pour calculer une valeur de température en au moins un point du modèle (54) de portion de réseau pour lequel une valeur de vitesse de vent a été estimée, à partir de la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56), d'une quantité de courant électrique transportée par la
25 ligne conductrice comportant ce point du modèle (54) de portion de réseau, des paramètres de conduction de cette ligne conductrice et des paramètres météorologiques (58), en prenant en compte ladite valeur de vitesse de vent estimée dans la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56).

5. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans
30 lequel le calculateur (48) est programmé pour déclencher le calcul de ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier à condition que des critères prédéterminés de valeur minimale de vitesse de vent et de cohérence, entre elles, des valeurs de vitesses de vent reçues soient vérifiés.

6. Système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de
35 transport de courant électrique selon la revendication 5, dans lequel :

WO 2017/125683

PCT/FR2017/050109

3

- 5
- le critère prédéterminé de valeur minimale de vitesse de vent est défini de la façon suivante : la valeur de vitesse de vent fournie par la station sous le vent doit être supérieure en amplitude à un premier seuil et chaque valeur de vitesse de vent fournie par une station anémométrique autre que la station sous le vent doit être supérieure en amplitude à un deuxième seuil, le deuxième seuil étant inférieur au premier seuil,
- 10
- le critère prédéterminé de cohérence, entre elles, des valeurs de vitesses de vent reçues est défini de la façon suivante : les valeurs de vitesses de vent reçues étant vectorielles, l'écart angulaire entre les différents sens de ces valeurs vectorielles doit rester inférieur à un troisième seuil et l'écart en amplitude entre les différentes normes de ces valeurs vectorielles doit rester inférieur à un quatrième seuil.
- 15
7. Installation de transmission électrique à détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique, comportant :
- une portion (10) de réseau de transmission de courant électrique à haute tension comportant des postes électriques locaux (12, 14, 16, 18) et au moins une ligne de transmission ou de distribution de courant électrique à haute tension portée par des pylônes (20, 22)
- 20
- entre ces postes électriques locaux,
 - un ensemble de stations anémométriques (24, 26, 28, 30) déployées autour de la portion de réseau (10), et
 - un système (40) de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon l'une quelconque
- 25
- des revendications 1 à 6.
8. Procédé de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique relatives à une portion (10) de réseau de transmission de courant électrique à haute tension, comportant les étapes suivantes :
- 30
- établissement (102) d'un modèle (54) de la portion de réseau (10), ce modèle (54) comportant des points singuliers (12, 14, 16, 18, 20, 22) et au moins une ligne (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7) conductrice de courant électrique à haute tension entre ces points singuliers,
 - calcul (114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132) d'au moins une valeur de capacité maximale en chaque point singulier (12, 14,
- 35
- 16, 18, 20, 22) du modèle (54) de portion de réseau (10) à partir

WO 2017/125683

PCT/FR2017/050109

.4

d'une relation d'équilibre thermique prédéterminée (56), d'une température limite de fonctionnement de chaque ligne conductrice (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7), de paramètres de conduction de chaque ligne conductrice (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7) et de paramètres météorologiques (58),

5

caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- mesures (106) de valeurs de vitesses de vent par un ensemble de stations anémométriques (24, 26, 28, 30) déployées autour de la portion de réseau (10),
 - 10 - sélection (108) d'au moins une station anémométrique dans l'ensemble de stations anémométriques (24, 26, 28, 30),
 - application (114) d'un modèle (60) de propagation de vent depuis ladite au moins une station sélectionnée vers les points singuliers (12, 14, 16, 18, 20, 22) du modèle (54) de portion de réseau (10),
 - 15 - pour l'estimation d'une valeur de vitesse de vent en chaque point singulier à partir des valeurs de vitesses de vent reçues, et
 - calcul (114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132) de ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier en prenant en compte ladite valeur de vitesse de vent estimée en chaque point
 - 20 - singulier dans la relation d'équilibre thermique prédéterminée (56).
9. Procédé de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon la revendication 8, dans lequel :
- chaque ligne conductrice (L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7) est soumise à une capacité par défaut de transport de courant électrique,
 - 25 - le calcul (114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132) de ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier est déclenché (112) à condition (110) que des critères prédéterminés de valeur minimale de vitesse de vent et de cohérence, entre elles, des valeurs de vitesses vent mesurées soient vérifiés, et
 - 30 - chaque capacité par défaut est remplacée (128, 132) par la plus petite des capacités maximales calculées aux points singuliers formant les extrémités de chaque ligne conductrice respective, dite capacité optimale, si cette capacité optimale est plus élevée que la capacité par défaut correspondante et si les critères prédéterminés
 - 35 - sont vérifiés.

WO 2017/125683

PCT/FR2017/050109

5

10. Procédé de détermination dynamique de capacités maximales de transport de courant électrique selon la revendication 9, dans lequel :

- 5 - le calcul (114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132) de ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier est déclenché (112) à un instant T et établi par projection temporelle (114) à l'aide du modèle (60) de propagation de vent pour un instant T+H où H>0,
- 10 - entre les instants T et T+H, le calcul (114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132) de ladite au moins une capacité maximale en chaque point singulier est répété et établi par projection temporelle pour l'instant T+H, et
- 15 - à l'instant T+H, ladite au moins une valeur de capacité maximale retenue en chaque point singulier est la plus petite des valeurs de capacités maximales correspondantes calculées entre les instants T et T+H.