

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ PROCÉDE DE REGULATION D'ALTERNATEURS EN PARALLELE POUR LA REPARTITION DE CHARGE REACTIVE.

⑫② Date de dépôt : 03.02.17.

⑫③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *MOTEURS LEROY-SOMER Société par actions simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.08.18 Bulletin 18/32.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 07.06.19 Bulletin 19/23.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : MORISSEAU VINCENT, FRATANI JEREMY, MOSER SAMUEL et PAILLOU JEAN-FRANÇOIS.

⑦③ Titulaire(s) : *MOTEURS LEROY-SOMER Société par actions simplifiée*.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET NONY.

FR 3 062 750 - B1



PROCEDE DE REGULATION D'ALTERNATEURS EN PARALLELE POUR LA REPARTITION DE CHARGE REACTIVE

La présente invention concerne la gestion d'un parc d'alternateurs débitant en
5 parallèle sur une charge.

Lorsque des alternateurs d'un parc d'alternateurs sont couplés en parallèle entre
eux et délivrent de la puissance aux bornes d'une charge, la bonne répartition de charge
réactive entre tous les alternateurs est un facteur important du bon fonctionnement du parc. En
effet, la puissance réactive impacte la valeur du courant d'excitation de l'alternateur, influant
10 ainsi directement sur la sollicitation de la machine électrique et son vieillissement. Une bonne
répartition de la charge réactive assure une sollicitation équilibrée pour les alternateurs
couplés en parallèle.

Une méthode est connue pour assurer cette répartition de charge, dite de statisme,
ou « *reactive droop* » en anglais.

15 La demande EP 2 722 955 décrit un régulateur de tension agissant par la méthode
dite de statisme sur un système d'alternateurs en parallèle.

La méthode du statisme, illustrée à la figure 1, repose sur la mesure de la
puissance réactive délivrée par l'alternateur, exprimée en pourcentage de kilovoltampères
réactifs nominaux (kVAr). Plus la puissance réactive délivrée est importante, plus la tension
20 est abaissée proportionnellement selon le coefficient directeur de la droite du statisme. Ainsi,
lors du couplage d'un alternateur A à d'autres alternateurs qui délivrent la puissance à une
charge, la tension de l'alternateur A est égale à la tension à vide pour laquelle aucune charge
n'est présente aux bornes de l'alternateur lors du couplage, et la tension moyenne des autres
alternateurs est inférieure à la tension à vide car ils subissent la présence de la charge. Comme
25 naturellement la charge réactive se déplace vers la tension la plus haute, la tension de
l'alternateur A va descendre progressivement au fur et à mesure de sa prise en charge, et la
tension des autres alternateurs va monter, jusqu'à ce que l'ensemble atteigne un point
d'équilibre.

Le statisme permet de conserver la mesure des puissances sur le régulateur et
30 d'ajouter aisément un alternateur supplémentaire puisqu'il suffit d'avoir des réglages
identiques de tension à vide et de coefficient de statisme. En revanche, pour un
fonctionnement idéal, tous les alternateurs doivent être réglés avec une même tension à vide et
un même coefficient directeur. En cas de dérèglement d'un de ces deux paramètres, le partage
n'est plus réalisé correctement. La mise en service est ainsi délicate. En outre, la tension

variant suivant le coefficient directeur de statisme, la consigne de tension n'est pas maintenue quelle que soit la charge.

Une autre méthode connue est la méthode dite de différentiel réactif, ou « *cross current compensation* » en anglais.

5 Le brevet US 7 053 503 décrit un système de contrôle de puissance utilisant la méthode du différentiel réactif, consistant à répartir les charges réactives sur les différentes machines électriques en parallèle à partir d'une boucle réalisée physiquement entre les mesures de courant des alternateurs.

10 Comme illustré à la figure 2, le partage de charge est réalisé par une boucle de courant créée entre des transformateurs de mesure de courant stator. A l'équilibre de charge ou à vide, les courants entrant dans chaque régulateur sont nuls. Ainsi, la mesure de puissance par le régulateur n'est pas possible. La consigne de tension est toujours maintenue à la valeur de tension à vide, et ce quelle que soit la charge réactive.

15 La méthode du différentiel réactif permet d'avoir une consigne de tension stable et une répartition de charge réactive entre alternateurs correcte, même si la tension à vide de chaque alternateur est dérégulée, et de compenser les éventuels dérèglages de coefficient directeur qui n'est utilisé que pour remonter plus ou moins rapidement à la tension de consigne.

20 Toutefois, cette méthode induit un câblage complexe. Une création rigoureuse d'une boucle de courant entre plusieurs alternateurs peut entraîner des problèmes d'isolement. L'ajout d'un alternateur supplémentaire demande ainsi la modification globale de la boucle. En outre, des résistances doivent être déterminées en fonction du régulateur, de la puissance réactive nominale de la machine électrique et du ratio du transformateur de mesure du courant stator, et des interrupteurs doivent être utilisés pour court-circuiter un alternateur non couplé à
25 la charge. Une partie de la méthode dite du statisme doit être utilisée dans le régulateur pour permettre la montée et la descente de la consigne de tension. La mesure des puissances sur les régulateurs doit être réalisée par une autre entrée de mesure courant.

30 Outre le statisme et la méthode du différentiel réactif, il existe dans l'état de l'art une autre méthode qui consiste à partager des charges réactives entre régulateurs à l'aide d'une liaison de norme RS485. Cela permet de compenser la chute de tension du statisme. Cette méthode revient à partager par un bus de terrain la charge totale présente aux bornes d'alternateurs connectés entre eux. La valeur de charge à alimenter par chaque alternateur est alors déterminée par une simple proportionnalité, la consigne de tension étant corrigée en fonction.

Il existe un besoin pour perfectionner encore les méthodes de répartition de charge réactive entre des alternateurs fonctionnant en parallèle, notamment afin d'assurer une sollicitation équilibrée de ces derniers.

L'invention a pour but de répondre à ce besoin, et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, grâce à un procédé de régulation d'un parc d'alternateurs comportant au moins deux alternateurs débitant en parallèle sur une charge, équipé chacun d'un régulateur configuré pour délivrer un signal de sortie représentatif du taux de puissance réactive de l'alternateur correspondant rapporté à sa puissance réactive nominale, et d'une loi de régulation permettant de modifier le taux de puissance réactive de l'alternateur en fonction d'un signal d'entrée, procédé dans lequel on génère à partir des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs, délivré par les régulateurs correspondants, un signal pondéré envoyé comme signal d'entrée de ces régulateurs, de façon à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini.

Grâce à l'invention, il est possible de réaliser une fonction de partage de charge réactive entre différents alternateurs fonctionnant en parallèle, avec un câblage simplifié et des mesures de puissance disponibles sans nécessiter l'ajout de transformateurs supplémentaires, et tout en conservant la tension délivrée égale en permanence à la consigne de tension, et ce quelle que soit la valeur de la charge appliquée.

Grâce à l'invention, tous les alternateurs en parallèle délivrent sur la charge le même taux de puissance réactive prédéfini, et l'échange de courant réactif entre alternateurs est également évité. Un alternateur supplémentaire peut être ajouté facilement aux alternateurs déjà en place, sans avoir à modifier le câblage de la régulation et la configuration des autres alternateurs. De préférence, le signal pondéré est la moyenne arithmétique des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs. L'invention permet de comparer la puissance réactive délivrée par un alternateur à la puissance réactive moyenne de tous les alternateurs fonctionnant en parallèle.

Le taux de puissance réactive d'un alternateur est de préférence exprimé en pourcentage de sa puissance réactive nominale.

Le taux de puissance réactive prédéfini correspond avantageusement à un point d'équilibre, notamment calculé en divisant la valeur de la charge par la somme des puissances réactives nominales de tous les alternateurs et exprimé en pourcentage.

Le taux de puissance réactive prédéfini peut correspondre à la moyenne des taux de puissance réactive de tous les alternateurs en parallèle. Lors de l'exécution du procédé de

régulation selon l'invention, chacun des alternateurs converge avantageusement vers le même taux de puissance réactive.

La loi de régulation utilise avantageusement le fait que, lorsque des alternateurs sont couplés en parallèle, un alternateur ayant une tension plus faible que la moyenne des tensions va délivrer une puissance réactive moins importante, alors qu'un alternateur ayant une tension plus importante que la moyenne va délivrer une puissance réactive plus importante.

Selon une caractéristique avantageuse, une nouvelle consigne de tension est calculée par chaque régulateur en fonction d'un écart entre le taux de puissance réactive actuel et le taux correspondant au signal d'entrée, cette nouvelle consigne de tension permettant de déplacer le taux de puissance réactive de l'alternateur pour le rapprocher du taux de puissance prédéfini.

La loi de régulation permet de calculer avantageusement à chaque instant la différence entre le taux de puissance réactive actuel d'un alternateur et le signal pondéré. Suivant cette différence, la consigne de tension de l'alternateur concerné est de préférence modifiée selon une droite de coefficient directeur paramétrable, afin notamment de rapprocher le taux de puissance réactive de l'alternateur du taux de puissance prédéfini.

Selon l'invention, la pondération des signaux de sortie peut être réalisée de façon analogique. Dans une variante, la pondération des signaux de sortie est réalisée de façon numérique.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un parc d'alternateurs comportant au moins deux alternateurs débitant en parallèle sur une charge, équipé chacun d'un régulateur configuré pour délivrer un signal de sortie représentatif du taux de puissance réactive de l'alternateur correspondant rapporté à sa puissance réactive nominale, et d'une loi de régulation permettant de modifier le taux de puissance réactive de l'alternateur en fonction d'un signal d'entrée,

les régulateurs recevant en entrée un signal pondéré généré à partir des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs de façon à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini.

Chaque alternateur peut délivrer son taux de puissance réactive par une sortie analogique configurée en tension.

Dans ce cas, l'entrée de chaque régulateur peut être configurée en tension. La pondération des signaux de sortie est de préférence réalisée par un circuit de centralisation analogique.

Le circuit de centralisation peut avantageusement raccorder en un point commun relié aux entrées analogiques les différentes sorties analogiques provenant des régulateurs à l'aide de résistances, notamment de valeurs identiques.

5 Dans une variante, la pondération des signaux de sortie est réalisée par un circuit de centralisation numérique.

De préférence, le circuit de centralisation est un système externe de type automate programmable.

Chaque régulateur délivre avantageusement le taux de puissance réactive de son alternateur sur un bus numérique de communication, dit « bus de terrain ».

10 De préférence, le circuit de centralisation lit le taux de puissance réactive de chaque régulateur, détermine un signal pondéré et l'envoie à chaque régulateur via ledit bus numérique de communication.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1, décrite précédemment, représente une courbe de loi de régulation en tension, dite « du statisme », selon l'art antérieur,
- la figure 2, décrite précédemment, illustre schématiquement un ensemble d'alternateurs mis en parallèle suivant la méthode du différentiel réactif selon l'art antérieur,
- 20 - les figures 3 et 4 sont des schémas d'un parc d'alternateurs selon l'invention, avec respectivement un circuit de centralisation analogique et numérique,
- la figure 5 illustre un exemple de répartition de charge réactive selon l'invention, et
- la figure 6 représente un exemple de loi de régulation selon l'invention.

25 On a représenté schématiquement à la figure 3 un parc de N alternateurs débitant en parallèle sur une charge C via un bus 11. Chaque alternateur comporte un régulateur 21, 22, 23, 24.

Dans cet exemple, chaque alternateur délivre par une sortie analogique 12, 13, 14, 15 configurée en tension son taux de puissance réactive rapporté à sa puissance réactive nominale.

30 Un circuit de centralisation analogique 20, qui consiste à pondérer les signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs, est réalisé en raccordant en un point commun les différentes sorties analogiques 11, 12, 13, 14 provenant de chaque régulateur 21, 22, 23, 24 par le biais de résistances R_A , R_1 , R_2 ... R_n .

Ces résistances R_A , R_1 , $R_2 \dots R_n$ sont avantageusement de valeur identique si le signal pondéré correspond à la moyenne arithmétique des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs. Dans une variante, les résistances R_A , R_1 , $R_2 \dots R_n$ ont des valeurs différentes.

5 Le point commun du circuit de centralisation 20 est ensuite raccordé à une entrée analogique 16, 17, 18, 19 de chaque régulateur 21, 22, 23, 24, configurée en tension, afin de mesurer un taux pondéré de puissance réactive de tous les alternateurs en parallèle.

De préférence, le taux pondéré correspond à un taux moyen.

10 Comme expliqué précédemment, une loi de régulation est ensuite appliquée par chacun des régulateurs 21, 22, 23, 24 de manière à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini.

De préférence, le taux de puissance réactive prédéfini correspond à la moyenne des puissances réactives de tous les alternateurs en parallèle.

15 La figure 4 représente schématiquement le cas où les N alternateurs sont connectés à un circuit de centralisation numérique 30 via un bus numérique de communication 31 dit « bus de terrain ». Dans l'exemple décrit, le circuit de centralisation numérique 30 est un système externe de type automate programmable.

Chaque régulateur 21, 22, 23, 24 délivre sur le bus de terrain 31 le taux de puissance réactive de l'alternateur correspondant.

20 Le circuit de centralisation 30 lit le taux de puissance réactive de chaque alternateur, calcule un taux pondéré de puissance réactive et l'envoie à chaque régulateur 21, 22, 23, 24 via le bus de terrain 31.

De préférence, le taux pondéré de puissance réactive correspond à la moyenne des taux de puissance réactive de tous les alternateurs en parallèle.

25 Comme expliqué précédemment, une loi de régulation est ensuite appliquée par chacun des régulateurs 21, 22, 23, 24 de manière à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini. De préférence, le taux de puissance réactive prédéfini correspond à la moyenne des puissances réactives de tous les alternateurs en parallèle.

30 La figure 5 illustre un exemple de répartition de charge réactive selon l'invention.

Deux alternateurs 1 et 2 de puissances réactives nominales différentes, égales respectivement à 100 kVAr et 200 kVAr, débitent sur une charge réactive C de 125 kVAr via un bus 11. Les puissances réactives mesurées sur les deux alternateurs à l'instant t sont de respectivement 75% et 25% de leurs puissances nominales. La valeur moyenne du taux de

puissance réactive à cet instant est de 50%. Le taux de puissance réactive prédéfini T_p est, dans cet exemple, de 41,6%, correspondant à un point d'équilibre calculé en divisant la valeur de la charge C par la somme des puissance réactives nominales des deux alternateurs 1 et 2 : $T_p = 125/(100 + 200) \times 100 = 41,6\%$.

La loi de régulation du régulateur 1 va faire diminuer la puissance réactive de l'alternateur 1 et la loi de régulation du régulateur 2 va faire augmenter la puissance réactive de l'alternateur 2, de telle sorte que les deux alternateurs convergent vers 41,6% de leur puissance réactive nominale.

La figure 6 représente un exemple de loi de régulation en tension selon l'invention. L'axe des abscisses correspond à l'écart entre le taux de puissance réactive de l'alternateur concerné et le taux pondéré des puissances réactives de tous les alternateurs en parallèle.

Comme expliqué précédemment, la loi de régulation calcule avantageusement à chaque instant la différence entre le taux de puissance réactive actuel d'un alternateur, notamment exprimé en pourcentage de sa puissance réactive nominale, et le taux pondéré des puissances réactives de tous les alternateurs en parallèle. Suivant cette différence, la consigne de tension de l'alternateur concerné est de préférence modifiée selon une droite de coefficient directeur paramétrable, comme représenté à la figure 6, afin de rapprocher le taux de puissance réactive de l'alternateur du taux de puissance prédéfini.

A titre d'exemple, on a représenté à la figure 6 la régulation en tension des deux alternateurs de la figure 5. La différence de taux de puissance en abscisse, correspondant à la différence entre le taux de puissance réactive de chaque alternateur et le taux de puissance réactive prédéfini, comme décrit précédemment, est égale à $T_{r1} = 75 - 41,6 = 33,6 \%$ pour le premier alternateur 1 et $T_{r2} = 25 - 41,6 = -16,6 \%$ pour le deuxième alternateur 2. La projection en ordonnée selon la droite de consigne en tension donne les valeurs de tension respectives u_1 et u_2 avec lesquelles il faut modifier les tensions de consigne des deux alternateurs 1 et 2 en entrée des régulateurs 12 et 13 afin d'avoir un partage de charge équilibré selon l'invention.

L'invention n'est pas limitée à l'exemple qui vient d'être décrit. Par exemple, d'autres mesures de régulation peuvent se combiner à l'invention.

Les alternateurs du parc d'alternateurs selon l'invention peuvent être identiques, ou varier en taille, puissance nominale et/ou modèle. L'invention concerne notamment tous les régulateurs d'alternateurs comprenant un ou plusieurs microcontrôleurs.

REVENDICATIONS

1. Procédé de régulation d'un parc d'alternateurs comportant au moins deux alternateurs (1, 2) débitant en parallèle sur une charge (C), équipés chacun d'un régulateur (12, 13) configuré pour délivrer un signal de sortie représentatif du taux de puissance réactive de l'alternateur correspondant rapporté à sa puissance réactive nominale, et d'une loi de régulation permettant de modifier le taux de puissance réactive de l'alternateur en fonction d'un signal d'entrée,

procédé dans lequel on génère à partir des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs, délivrés par les régulateurs correspondants, un signal pondéré envoyé comme signal d'entrée de ces régulateurs, de façon à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini (T_p).

2. Procédé selon la revendication précédente, le signal pondéré étant la moyenne arithmétique des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs (1, 2).

3. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, une nouvelle consigne de tension (u_1 , u_2) étant calculée par chaque régulateur (12, 13) en fonction d'un écart entre le taux de puissance réactive actuel et le taux correspondant au signal d'entrée, cette nouvelle consigne de tension permettant de déplacer le taux de puissance réactive de l'alternateur pour le rapprocher du taux de puissance prédéfini (T_p).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, la pondération des signaux de sortie étant réalisée de manière analogique.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, la pondération des signaux de sortie étant réalisée de manière numérique.

6. Parc d'alternateurs comportant au moins deux alternateurs (1, 2) débitant en parallèle sur une charge (C), équipés chacun d'un régulateur (12, 13) configuré pour délivrer un signal de sortie représentatif du taux de puissance réactive de l'alternateur correspondant rapporté à sa puissance réactive nominale, et d'une loi de régulation permettant de modifier le taux de puissance réactive de l'alternateur en fonction d'un signal d'entrée, les régulateurs recevant en entrée un signal pondéré généré à partir des signaux de sortie représentatifs du taux de puissance réactive de chacun des alternateurs de façon à faire converger chacun des alternateurs vers un taux de puissance réactive prédéfini (T_p).

7. Parc selon la revendication précédente, chaque alternateur (1, 2) délivrant son taux de puissance réactive par une sortie analogique configurée en tension.

8. Parc selon la revendication 7, l'entrée de chaque régulateur (12, 13) étant configurée en tension.

9. Parc selon l'une des revendications 7 et 8, la pondération des signaux de sortie étant réalisée par un circuit de centralisation analogique.

5 10. Parc selon la revendication précédente, le circuit de centralisation raccordant en un point commun relié aux entrées analogiques les différentes sorties analogiques provenant des régulateurs à l'aide de résistances (R), notamment de valeurs identiques.

11. Parc selon la revendication 6, la pondération des signaux de sortie étant réalisée par un circuit de centralisation numérique.

10 12. Parc selon la revendication précédente, le circuit de centralisation étant un système externe de type automate programmable.

13. Parc selon la revendication 11 ou 12, chaque régulateur délivrant le taux de puissance réactive de son alternateur sur un bus numérique de communication.

15 14. Parc selon la revendication 13, le circuit de centralisation lisant le taux de puissance réactive de chaque régulateur, déterminant un signal pondéré et l'envoyant à chaque régulateur via ledit bus numérique de communication.

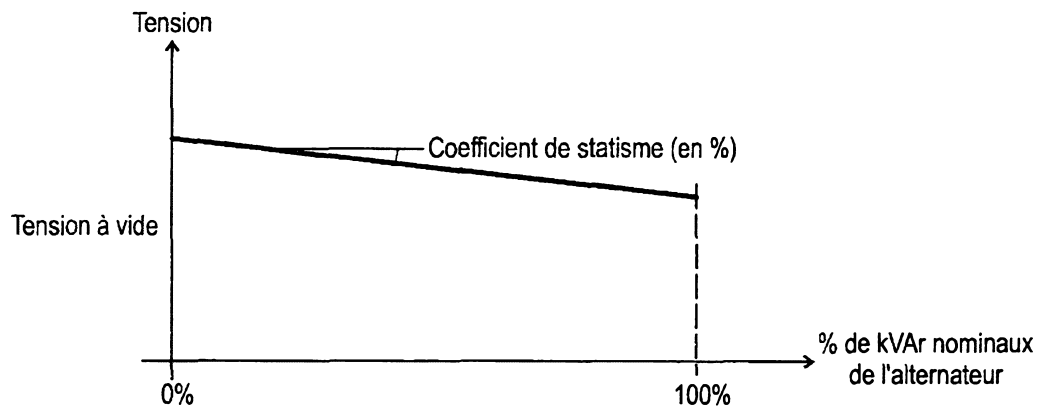


Fig. 1
ETAT DE L'ART

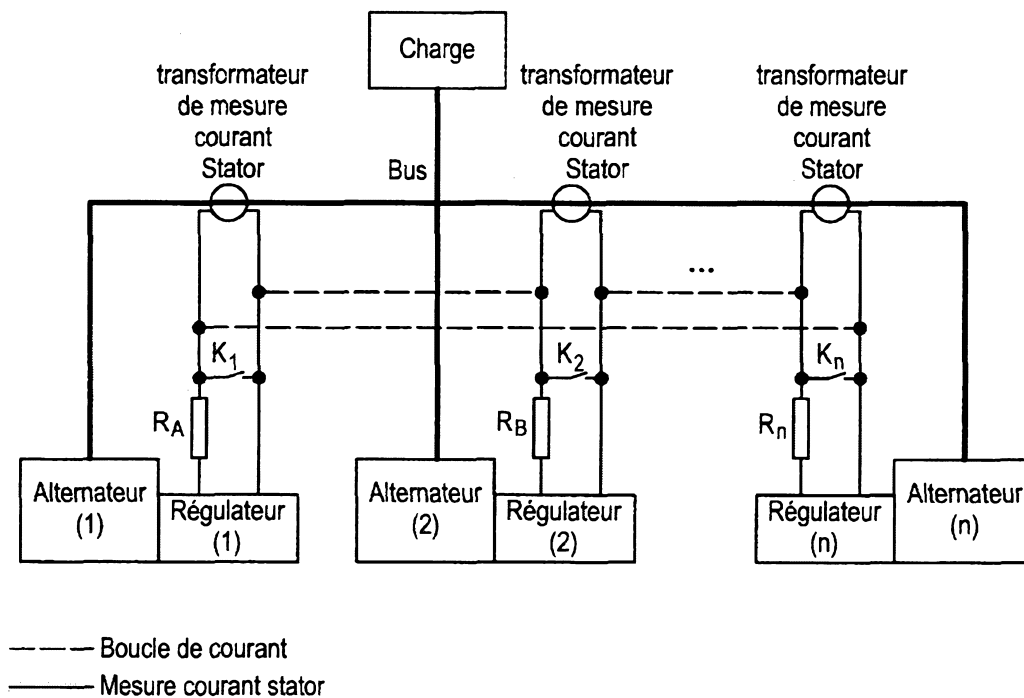


Fig. 2
ETAT DE L'ART

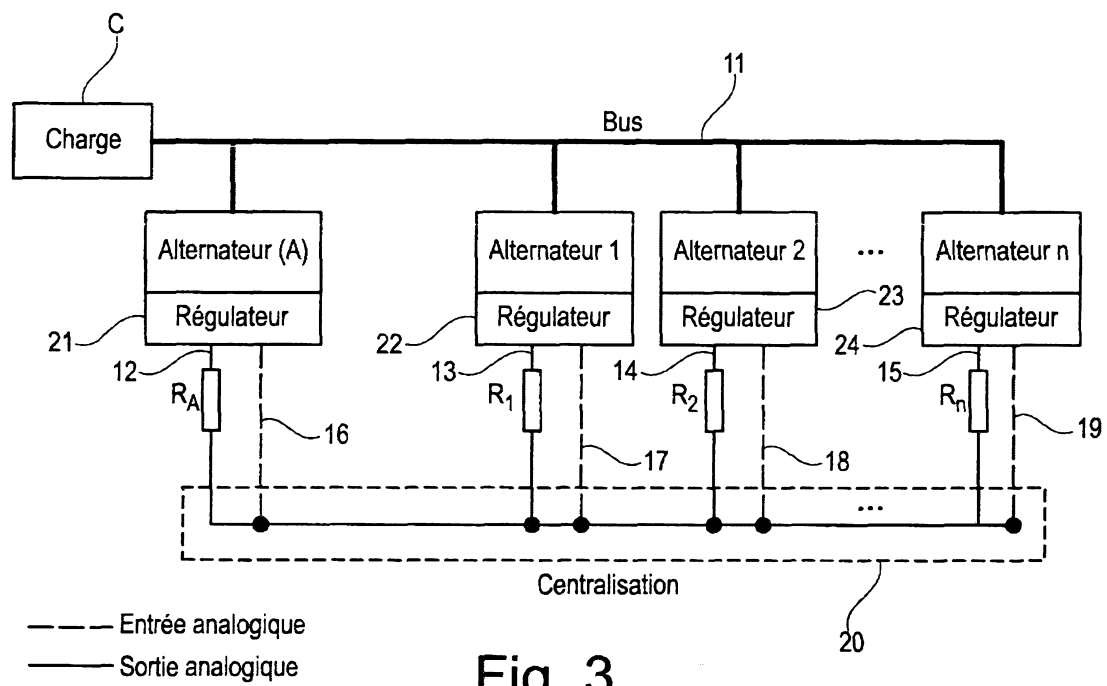


Fig. 3

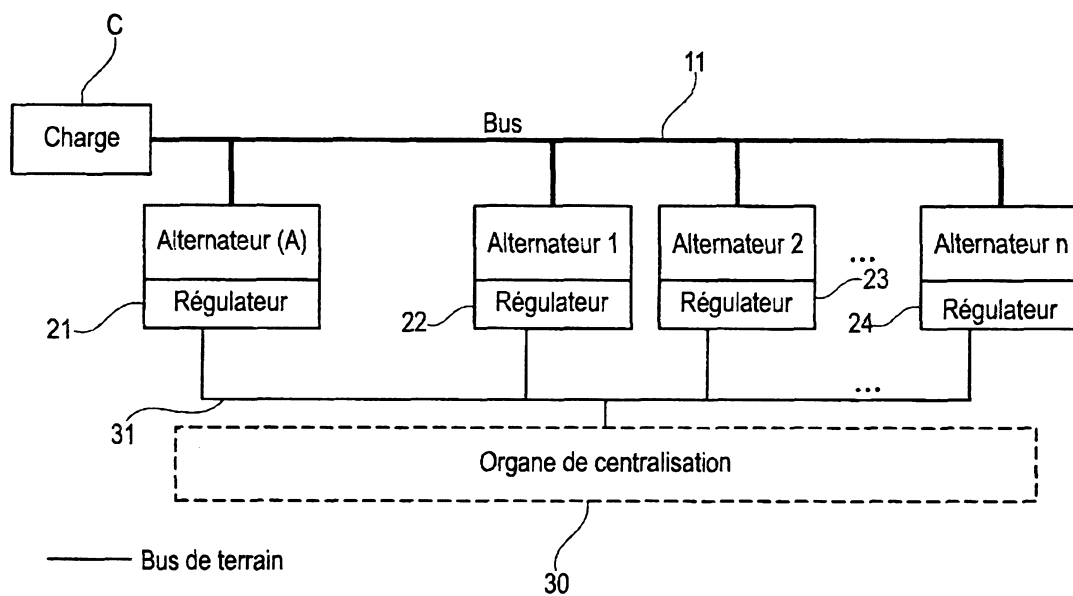


Fig. 4

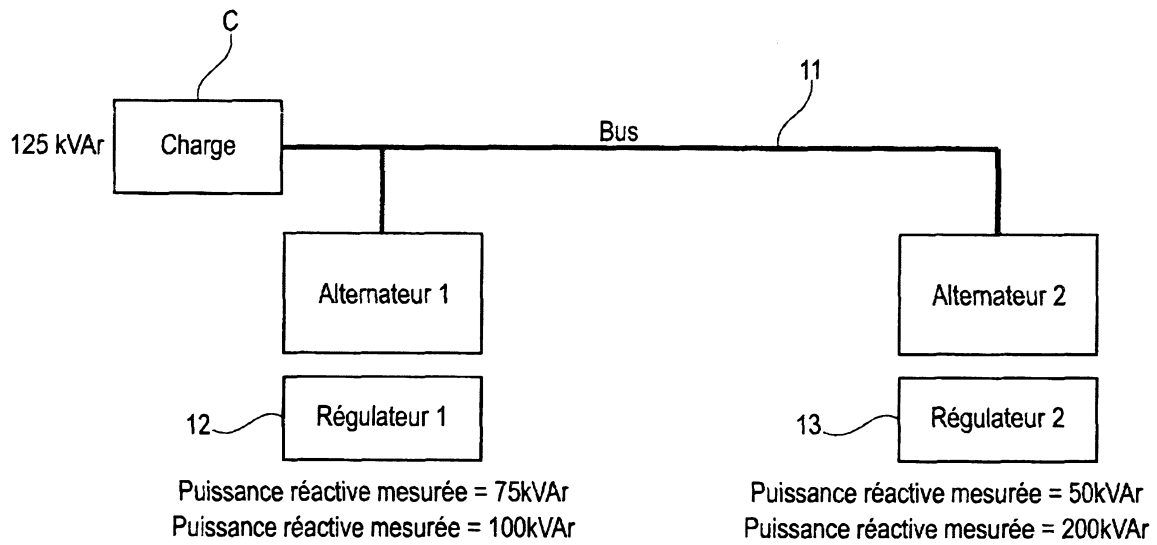


Fig. 5

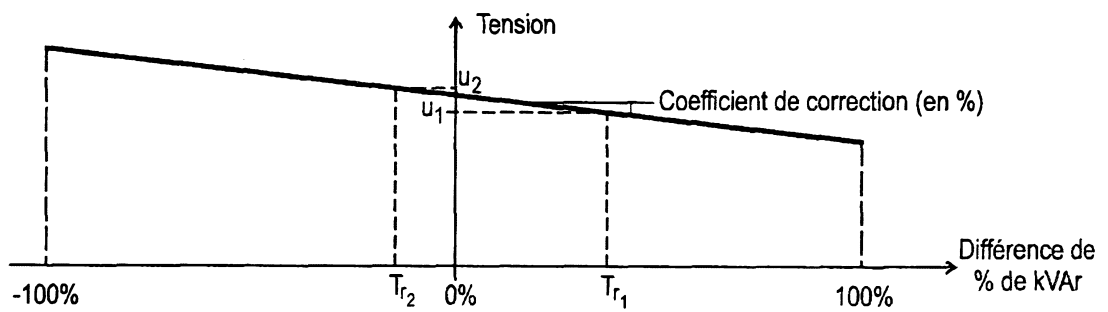


Fig. 6

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

CN 103 490 425 A (UNIV SOUTH CHINA TECH) 1 janvier 2014 (2014-01-01)

EP 1 508 951 A1 (GEN ELECTRIC [US]) 23 février 2005 (2005-02-23)

US 2010/134076 A1 (CARDINAL MARK EDWARD [US] ET AL) 3 juin 2010 (2010-06-03)

US 2015/357819 A1 (PINEDA AMO ISAAC [ES]) 10 décembre 2015 (2015-12-10)

CN 101 924 512 A (UNIV TONGJI) 22 décembre 2010 (2010-12-22)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT