

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 080 092

②1 N° d'enregistrement national : 18 00302

⑤1 Int Cl⁸ : B 63 G 8/08 (2018.01), B 60 L 50/50

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.04.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 18.10.19 Bulletin 19/42.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : NAVAL GROUP Société anonyme —
FR.

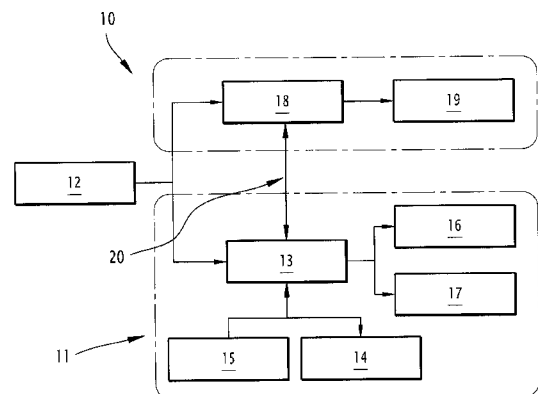
⑦2 Inventeur(s) : ROUE LAURENT et LE BRETON STE-
PHANE.

⑦3 Titulaire(s) : NAVAL GROUP Société anonyme.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX Société par actions
simplifiée.

⑤4 SYSTEME D'ALIMENTATION EN ENERGIE ELECTRIQUE D'UN SOUS-MARIN A PROPULSION
CONVENTIONNELLE.

⑤7 Ce système d'alimentation en énergie électrique d'un
sous-marin à propulsion conventionnelle, du type compor-
tant des moyens (12, 15) de production d'énergie électrique,
des moyens (14, 18) de stockage et de conversion d'énergie
électrique, des moyens (16) de propulsion à basse vitesse,
des moyens (19) de propulsion à haute vitesse et des
moyens (17) de distribution d'énergie électrique à des abon-
nés à travers au moins un réseau de bord, est caractérisé
en ce qu'il comporte au moins deux parties de circuit en pa-
rallèle (10, 11) en sortie des moyens de production d'éner-
gie électrique, l'une (10) de haute puissance pour alimenter
les moyens de propulsion à haute vitesse (19) et l'autre de
basse puissance (11) pour alimenter les moyens de propul-
sion à basse vitesse (16) et les moyens de distribution
d'énergie (17).



FR 3 080 092 - A1



Système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle

5 La présente invention concerne un système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle.

Dans la présente demande, on parle de sous-marin à propulsion conventionnelle par opposition à un sous-marin à propulsion nucléaire.

En effet, les systèmes d'alimentation de ces deux types de navires sont complètement différents.

10 On sait que dans les sous-marins à propulsion conventionnelle, les systèmes d'alimentation en énergie électrique comportent des moyens de production d'énergie électrique, des moyens de stockage et de conversion d'énergie électrique, des moyens de propulsion à basse vitesse, des moyens de propulsion à haute vitesse et des moyens de distribution d'énergie électrique à des abonnés à travers au moins un réseau de bord du sous-marin.

De façon générale au moins deux réseaux de bord sont utilisés dans ce type de navires.

20 Dans des sous-marins de ce type, les moyens de production d'énergie électrique peuvent comporter des moyens de production aérobie et des moyens de production anaérobie.

Ce type de systèmes a été développé pour améliorer les performances des sous-marins.

25 De façon classique, ces moyens de production d'énergie électrique sont raccordés en sortie, à un réseau à courant continu d'alimentation en énergie électrique du sous-marin.

Ce réseau est également relié à des moyens de stockage d'énergie électrique constitués par exemple par des batteries.

30 Ce réseau d'alimentation et ces moyens de stockage d'énergie électrique sont alors conçus pour alimenter, en sortie, les moyens de propulsion et les réseaux de bord du sous-marin.

On conçoit que ce ou ces réseaux d'alimentation à courant continu constituent alors le réseau de force et le nœud central du système d'énergie/propulsion du sous-marin.

35 Ce ou ces réseaux d'alimentation à courant continu doivent donc être dimensionnés pour recevoir et distribuer des flux d'énergie depuis des sources de

production jusqu'aux moyens de stockage et depuis ces moyens de stockage vers les différents consommateurs.

Mais, par conception, ce nœud central ne peut pas répondre simplement à l'ensemble des exigences d'intégration et de performance, car certaines d'entre elles imposent des limites.

Ainsi par exemple, il est difficile de trouver un optimum entre un bon rendement des moyens de propulsion à basse vitesse et leur capacité à engendrer une puissance permettant d'atteindre les hautes vitesses.

De même il est difficile d'obtenir de bonnes performances de rendement pour certains composants de faible puissance, alors que le réseau est dimensionné en tension pour fournir une puissance maximale de propulsion.

Le courant maximal de charge des moyens de production d'énergie électrique peut également ne pas être atteint à cause des limitations en courant des moyens de stockage.

Ainsi par exemple, les batteries au plomb ont une limite de courant de charge qui peut être rapidement atteinte.

Réciproquement, les moyens de stockage ne sont pas non plus chargés à leur courant maximal car les moyens de production d'énergie électrique ne peuvent pas générer celui-ci.

La tension du réseau de puissance peut également être limitée par des caractéristiques de l'appareillage de protection associé à ceux-ci et qui est strictement nécessaire pour protéger les artères de ce réseau à courant continu.

Les calibres et les niveaux des courants de court-circuit des systèmes de protection sont en effet limités, ce qui ne permet pas toujours de mettre en parallèle les différentes sources et moyens de stockage.

Le but de l'invention est donc de résoudre ces problèmes en proposant une nouvelle architecture de réseau électrique, permettant d'optimiser les performances en autonomie, taux d'indiscrétion, disponibilité d'énergie, etc... et de diminuer les volumes d'intégration correspondants.

A cet effet l'invention a pour objet un système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle, du type comportant des moyens de production d'énergie électrique, des moyens de stockage et de conversion d'énergie électrique, des moyens de propulsion à basse vitesse, des moyens de propulsion à haute vitesse et des moyen de distribution d'énergie électrique à des abonnés à travers au moins un réseau de bord, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux parties de circuit en parallèle en sortie des moyens de production d'énergie électrique, l'une de

haute puissance pour alimenter les moyens de propulsion à haute vitesse et l'autre de basse puissance pour alimenter les moyens de propulsion à basse vitesse et les moyens de distribution d'énergie.

Suivant d'autres caractéristiques du système selon l'invention prises seules ou en combinaison :

- chaque partie de circuit comporte des moyens de stockage d'énergie électrique ;
- les moyens de production d'énergie électrique comportent des moyens de production aérobie et des moyens de production anaérobie d'énergie électrique et en ce que les deux parties de circuit en parallèle sont raccordées en sortie des moyens de production aérobie d'énergie électrique ;

- les moyens de production anaérobie d'énergie électrique sont intégrés dans la partie de circuit de basse puissance ;

- les moyens de propulsion comprennent des moteurs électriques, l'un de croisière pour atteindre les basses vitesses et l'autre de puissance pour atteindre les hautes vitesses ;

- la partie de circuit à haute puissance comporte des moyens formant convertisseur courant alternatif/courant continu, des moyens de stockage d'énergie électrique et des moyens de conversion courant continu/courant alternatif en série ;

- les moyens de production aérobie d'énergie électrique sont également reliés à la partie de circuit de basse puissance à travers des moyens de transformation et de conversion courant alternatif/courant continu ;

- la partie de circuit de basse puissance comporte au moins un réseau à courant continu raccordé en sortie des moyens de production aérobie, en sortie des moyens de production anaérobie, à des moyens de stockage d'énergie électrique, aux moyens de propulsion à basse vitesse et aux moyens de distribution d'énergie ;

- les moyens de distribution d'énergie sont adaptés pour alimenter deux réseaux de bord en parallèle, et associés par des moyens de couplage.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente un schéma synoptique illustrant l'architecture d'un système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle, de l'état de la technique, et

- les figures 2 et 3 représentent des schémas synoptiques illustrant la structure et le fonctionnement d'un système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle, selon l'invention.

On a en effet illustré sur la figure 1, un système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle de l'état de la technique.

Celui-ci comporte de façon classique des moyens de production d'énergie électrique qui sont désignés par la référence générale 1 sur cette figure.

5 Ces moyens de production d'énergie électrique 1 peuvent comporter des moyens de production aérobie désignés par la référence générale 2 et des moyens de production anaérobie désignés par la référence générale 3.

Ces types de moyens de production aérobie et anaérobie sont bien connus dans l'état de la technique et ne seront donc pas décrits plus en détails par la suite.

10 Dans cette architecture, ces moyens de production d'énergie électrique sont raccordés à un réseau à courant continu désigné par la référence générale 4.

Ce réseau à courant continu est associé à des moyens de stockage d'énergie désignés par la référence générale 5.

Ces moyens comprennent par exemple des batteries.

15 En sortie, ce réseau à courant continu 4 est adapté pour alimenter des moyens de propulsion à basse vitesse désignés par la référence générale 6, des moyens de propulsion à haute vitesse désignés par la référence générale 7 et des moyens de distribution d'énergie électrique à des abonnés, à travers au moins un réseau de bord désigné par la référence générale 8.

20 Comme cela a été indiqué précédemment, le réseau à courant continu désigné par la référence générale 4 constitue, dans ces systèmes, le nœud central du système et se traduit par les limitations décrites.

Comme cela a été indiqué précédemment, la présente invention se propose de résoudre ces problèmes.

25 A cet effet l'invention propose une nouvelle structure de système d'alimentation, décrite en regard des figures 2 et 3.

En fait et comme cela est visible par exemple sur la figure 2, le système d'alimentation en énergie électrique selon l'invention comporte au moins deux parties de circuit en parallèle.

30 Ces parties de circuit sont désignées par les références générales 10 et 11 sur cette figure 2.

Ces deux parties de circuit sont connectées par exemple en parallèle en sortie de moyens de production aérobie d'énergie électrique désignés par la référence générale 12 sur cette figure.

35 En fait ces moyens de production aérobie d'énergie électrique permettent alors d'alimenter une partie de circuit de haute puissance 10, pour alimenter les moyens de

propulsion à haute vitesse du sous-marin et une partie de basse puissance 11 pour alimenter les moyens de propulsion à basse vitesse de celui-ci et les moyens de distribution d'énergie électrique à bord de ce sous-marin.

5 Ceci est par exemple illustré sur ces figures 2 et 3, dans lesquelles on reconnaît dans la partie de circuit à basse puissance 11, un réseau à courant continu désigné par la référence générale 13, raccordé en sortie des moyens de production aérobie d'énergie électrique 12.

10 Ce réseau à courant continu désigné par la référence générale 13 est associé d'une part, à des moyens de stockage d'énergie électrique désignés par la référence générale 14 et d'autre part, à des moyens de production d'énergie électrique anaérobie désignés par la référence générale 15.

Le réseau électrique à courant continu 13 est alors adapté pour alimenter des moyens de propulsion à basse vitesse 16 du sous-marin et des moyens de distribution d'énergie électrique 17 dans celui-ci.

15 On conçoit alors que les moyens de production anaérobie d'énergie électrique 15 sont intégrés dans la partie de circuit de basse puissance du système d'alimentation selon l'invention.

20 Les moyens de propulsion du sous-marin comportent alors par exemple deux moteurs électriques, dont l'un dit de croisière permet d'atteindre les basses vitesses et l'autre dit de puissance permet d'atteindre les hautes vitesses du sous-marin.

Le moteur électrique dit de croisière est donc le moteur constituant les moyens de propulsion 16 décrits sur cette figure 2.

25 La partie de circuit à haute puissance 10 comporte quant à elle des moyens formant convertisseur courant alternatif/courant continu, des moyens de stockage d'énergie électrique et des moyens de conversion courant continu/courant alternatif, désignés par la référence générale 18 sur ces figures 2 et 3, et qui sont décrits plus en détail par la suite.

30 Ces moyens 18 permettent alors d'alimenter en énergie, un moteur électrique de puissance permettant d'atteindre les hautes vitesses du sous-marin, également appelé « booster » dans l'état de la technique et désigné par la référence générale 19 sur ces figures 2 et 3.

Bien entendu des moyens de couplage de ces deux parties de circuit peuvent également être envisagés, ces moyens de couplage étant schématisés par la ligne désignée par la référence générale 20 sur cette figure 2.

35 Ceux-ci seront décrits plus en détail par la suite.

On a illustré de façon un peu plus détaillée une telle structure de système d'alimentation sur la figure 3.

On reconnaît en effet sur cette figure 3, la partie de circuit de haute puissance désignée par la référence générale 10, la partie de circuit de basse puissance désignée par la référence générale 11, et les moyens de production aérobie d'énergie électrique désignés par la référence générale 12.

On reconnaît également sur cette figure 3, le réseau à courant continu 13, les moyens de stockage d'énergie 14, les moyens de production anaérobie 15 et le moteur électrique de croisière 16.

On reconnaît également sur cette figure 3, les moyens de distribution 17 et les moyens formant convertisseur et de stockage d'énergie électrique 18.

Ceux-ci comportent en fait trois parties en série en sortie des moyens de production aérobie 12, ces trois parties étant successivement des moyens formant convertisseur courant alternatif/courant continu 18a, des moyens de stockage 18b et des moyens formant convertisseur courant continu/courant alternatif 18c en série, et permettant d'alimenter les moyens de propulsion à haute vitesse 19.

Ceux-ci comportent par exemple un moteur de puissance permettant d'atteindre les hautes vitesses du sous-marin.

Les moyens de couplage sont toujours quant à eux désignés par la référence générale 20 sur cette figure 3 et comportent par exemple des moyens de conversion et de transformation d'énergie permettant d'assurer le découplage et l'isolation galvanique entre les deux parties de circuit.

En fait et comme cela est illustré, le système d'alimentation peut être doublé de façon classique.

Il peut en effet comporter deux portions de circuit en parallèle à savoir deux moyens de production aérobie d'énergie électrique, deux réseaux de bord raccordés à la sortie des moyens de production anaérobie, deux moyens de stockage d'énergie électrique pour la partie de basse puissance et deux moyens de couplage permettant d'associer les différents moyens de production d'énergie au réseau.

De même et comme cela est illustré, les deux réseaux électrique 13 peuvent être associés à des moyens de couplage désignés par la référence générale 21 sur cette figure 3.

On conçoit alors qu'une telle structure de circuit à haute puissance est optimisée en volume et masse dans la mesure où le réseau à courant continu n'a plus à transférer une grande quantité d'énergie permettant d'atteindre par exemple la vitesse maximale de propulsion du sous-marin.

Le réseau à haute puissance est alors remplacé par un moyen de conversion stockage/recharge ce qui permet de réduire de manière substantielle les liaisons électriques entre composants et se traduit par une minimisation du nombre de disjoncteurs par exemple à courant continu de calibre élevé, qui sont, par nature, extrêmement volumineux et coûteux.

La tension du réseau à courant continu peut également être réduite à une valeur permettant d'optimiser le rendement global des abonnés.

Les courants qui circulent dans ce réseau à courant continu étant plus faibles que dans une architecture classique, on peut également s'affranchir des contraintes dimensionnelles des organes de protection.

Grâce à une telle structure, il est également possible d'avoir une ségrégation des deux domaines de puissance.

En effet l'architecture proposée assure un niveau élevé de sécurité et de disponibilité.

En effet les moyens de transformation et de conversion alternatif/continu désignés par la référence générale 20, permettent d'assurer l'isolement galvanique entre le domaine à haute puissance et le domaine à faible puissance.

Ceci permet de simplifier la problématique de sélectivité des réseaux électriques.

Bien entendu l'ensemble des organes entrant dans la constitution d'une telle structure peut être optimisé en dimensionnement.

Enfin d'autres modes de réalisation encore peuvent être envisagés.

REVENDICATIONS

1.- Système d'alimentation en énergie électrique d'un sous-marin à propulsion conventionnelle, du type comportant des moyens (12, 15) de production d'énergie électrique, des moyens (14, 18) de stockage et de conversion d'énergie électrique, des
5 moyens (16) de propulsion à basse vitesse, des moyens (19) de propulsion à haute vitesse et des moyen (17) de distribution d'énergie électrique à des abonnés à travers au moins un réseau de bord, caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux parties de circuit en parallèle (10, 11) en sortie des moyens de production d'énergie électrique, l'une
10 (10) de haute puissance pour alimenter les moyens de propulsion à haute vitesse (19) et l'autre de basse puissance (11) pour alimenter les moyens de propulsion à basse vitesse (16) et les moyens de distribution d'énergie (17).

2.- Système d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque
15 partie de circuit (10, 11) comporte des moyens de stockage d'énergie électrique (14, 18).

3.- Système d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de production d'énergie électrique comportent des moyens de production aérobie (12) et des moyens de production anaérobie (15) d'énergie électrique et en ce que les
20 deux parties de circuit en parallèle (10, 11) sont raccordées en sortie des moyens de production aérobie d'énergie électrique (12).

4.- Système d'alimentation selon la revendication 3, caractérisé en ce que les
25 moyens de production anaérobie (15) d'énergie électrique sont intégrés dans la partie de circuit de basse puissance (11).

5.- Système d'alimentation selon l'une quelconques des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de propulsion comprennent des moteurs électriques, l'un de croisière (16) pour atteindre les basses vitesses et l'autre de
30 puissance (19) pour atteindre les hautes vitesses.

6.- Système d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie de circuit à haute puissance (10) comporte des moyens formant convertisseur courant alternatif/courant continu (18a), des moyens
35 de stockage d'énergie électrique (18b) et des moyens de conversion courant continu/courant alternatif (18c) en série.

7.- Système d'alimentation selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de production aérobique d'énergie électrique (12) sont également reliés à la partie de circuit de basse puissance (10) à travers des moyens (20) de transformation et de conversion courant alternatif/courant continu.

5

8.- Système d'alimentation selon la revendication 7, caractérisé en ce que la partie de circuit de basse puissance (11) comporte au moins un réseau (13) à courant continu raccordé en sortie des moyens de production aérobique (12), en sortie des moyens de production anaérobique (15), à des moyens de stockage d'énergie électrique (14), aux moyens de propulsion à basse vitesse (16) et aux moyens de distribution d'énergie (17).

10

9.- Système d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de distribution d'énergie (17) sont adaptés pour alimenter deux réseaux de bord en parallèle, et associés par des moyens de couplage (21).

15

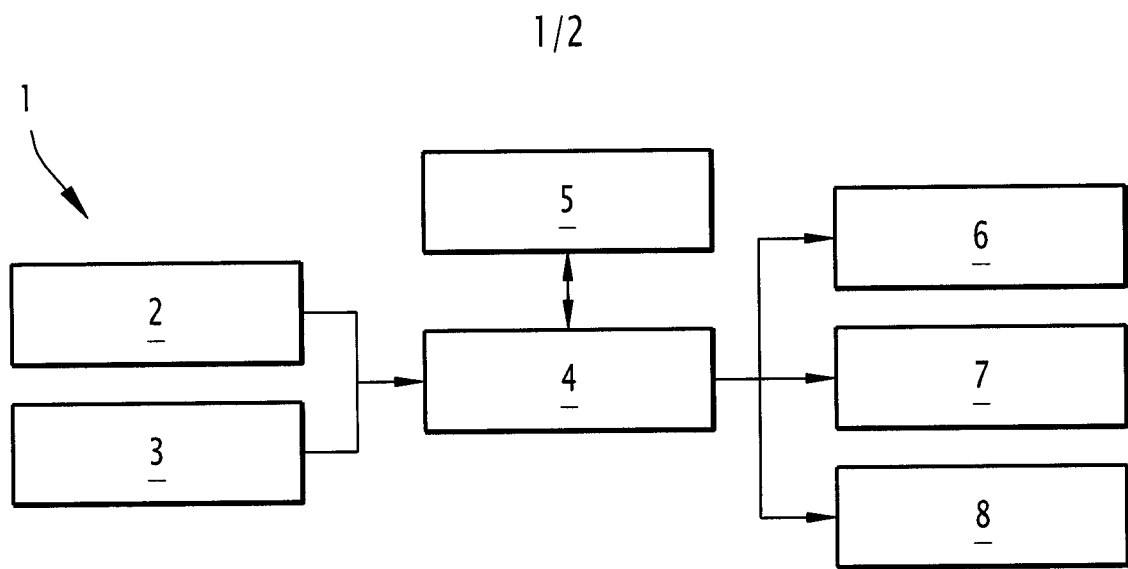


FIG.1

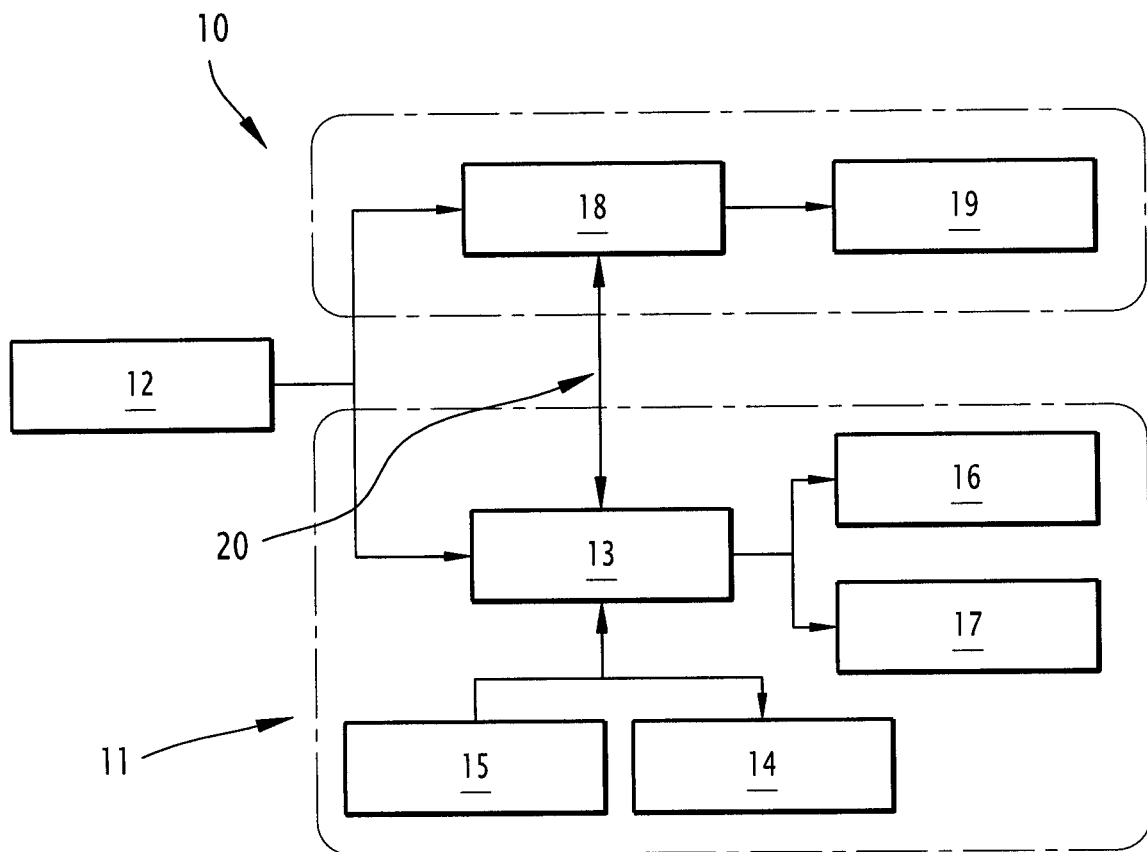


FIG.2

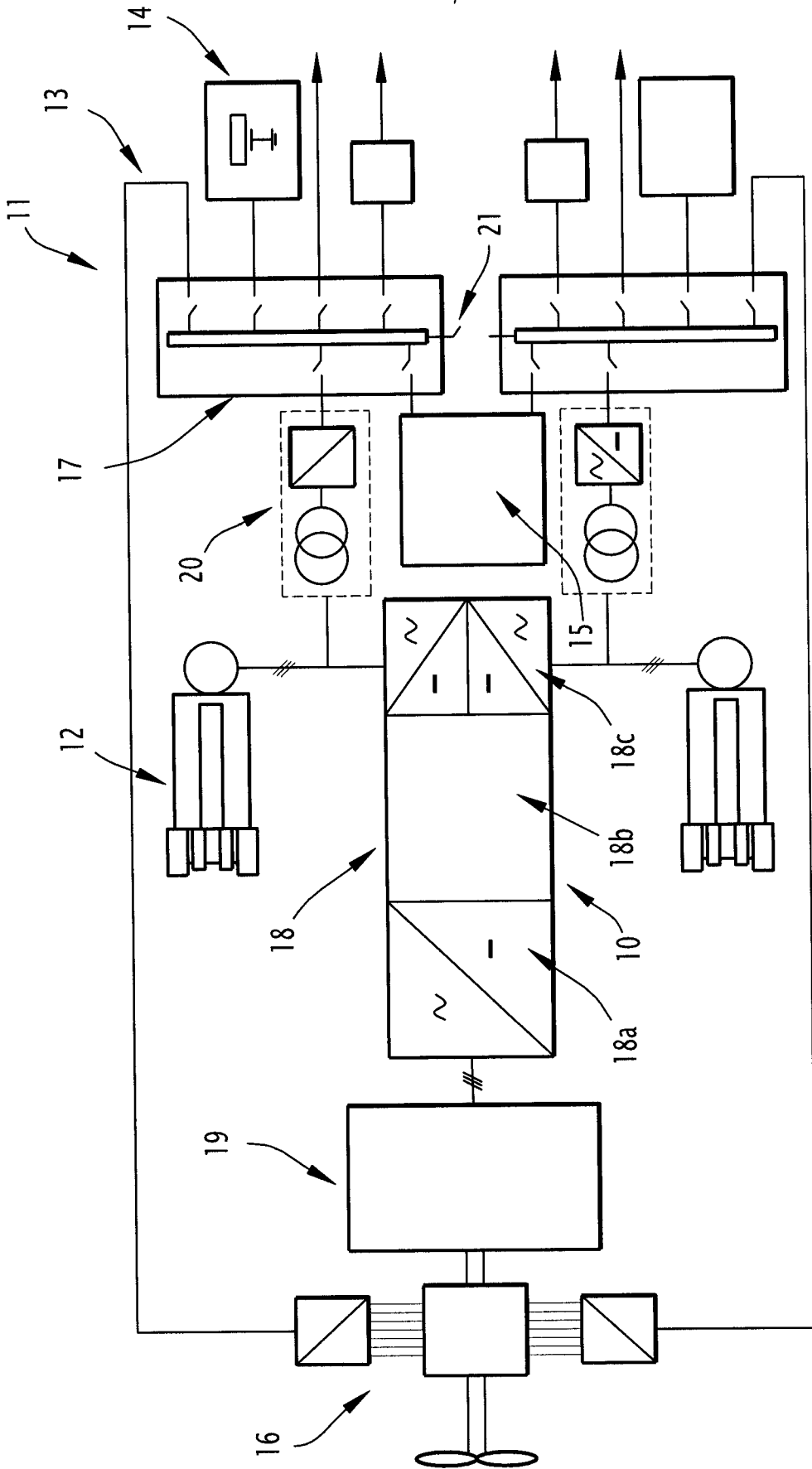


FIG.3

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 854113
 FR 1800302

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 1 918 192 A2 (HOWALDTSWERKE DEUTSCHE WERFT [DE]) 7 mai 2008 (2008-05-07) * alinéa [0022] - alinéa [0035]; figures * -----	1-9	B63G8/08 B60L11/18
X	EP 2 108 582 A2 (HOWALDTSWERKE DEUTSCHE WERFT [DE]) 14 octobre 2009 (2009-10-14) * alinéa [0015] - alinéa [0022]; figures * -----	1-9	
X	EP 1 484 243 A2 (HOWALDTSWERKE DEUTSCHE WERFT [DE]) 8 décembre 2004 (2004-12-08) * abrégé; figures * -----	1-9	
X	WO 87/04303 A1 (GEHM HORST [DE]) 16 juillet 1987 (1987-07-16) * le document en entier * -----	1,2,5,9	
A	WO 2016/207475 A1 (WÄRTSILÄ FINLAND OY [FI]) 29 décembre 2016 (2016-12-29) * abrégé; figures * -----	1	
A	GB 168 834 A (ANONIMA ITALIANA GIO ANSALDO A) 12 septembre 1921 (1921-09-12) * le document en entier * -----	1	
A	GB 12444 A A.D. 1915 (BRITISH THOMSON HOUSTON CO LTD [GB]) 30 août 1916 (1916-08-30) * le document en entier * -----	1	B63H B63G
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 octobre 2018		Popescu, Alexandru	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1800302 FA 854113**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-10-2018**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1918192	A2	07-05-2008	AT 535440 T	15-12-2011
			DE 102006051831 A1	15-05-2008
			EP 1918192 A2	07-05-2008
			ES 2376899 T3	20-03-2012
			KR 20080040579 A	08-05-2008
			PT 1918192 E	01-03-2012

EP 2108582	A2	14-10-2009	DE 102008018457 A1	22-10-2009
			EP 2108582 A2	14-10-2009
			ES 2608981 T3	17-04-2017
			PL 2108582 T3	31-03-2017

EP 1484243	A2	08-12-2004	AT 396913 T	15-06-2008
			DE 10325456 A1	30-12-2004
			EP 1484243 A2	08-12-2004
			ES 2306934 T3	16-11-2008
			KR 20040108541 A	24-12-2004

WO 8704303	A1	16-07-1987	AU 6846187 A	28-07-1987
			DE 3600258 A1	09-07-1987
			EP 0252953 A1	20-01-1988
			JP S63502158 A	18-08-1988
			NO 873736 A	07-09-1987
			WO 8704303 A1	16-07-1987

WO 2016207475	A1	29-12-2016	AUCUN	

GB 168834	A	12-09-1921	FR 502924 A	29-05-1920
			GB 168834 A	12-09-1921

GB 191512444	A	30-08-1916	AUCUN	
