



(51) Classification internationale des brevets :
H01B 7/14 (2006.01) **H02J 5/00** (2006.01)
H02G 9/02 (2006.01) **H02J 9/06** (2006.01)
H02J 4/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/064198

(22) Date de dépôt international :
24 juin 2015 (24.06.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
14 57291 28 juillet 2014 (28.07.2014) FR

(71) Déposant : **TOTAL SA** [FR/FR]; 2 place Jean Millier La
Défense 6, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs : **THIBAUT, Edouard**; 4, rue Dupuis, F-
80000 Amiens (FR). **LEFORGEAIS, Bruno**; 17, avenue
des champagnes, F-78400 Chatou (FR).

(74) Mandataires : **BLOT, Philippe** et al.; Lavoix, 2, place
d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : AUXILIARY DEVICE FOR CONVEYING AN ELECTRICAL CURRENT FOR SUPPLYING POWER TO AN UNDERWATER ELECTRICAL FACILITY, AND ASSOCIATED CURRENT CONVEYANCE SYSTEM, ELECTRICAL POWER SUPPLY EQUIPMENT, AND ELECTRICAL POWER SUPPLY METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF AUXILIAIRE DE TRANSPORT D'UN COURANT ÉLECTRIQUE POUR L'ALIMENTATION D'UN ÉQUIPEMENT ÉLECTRIQUE SOUS-MARIN, SYSTÈME DE TRANSPORT DE COURANT, INSTALLATION D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE ET PROCÉDÉ D'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE ASSOCIÉS

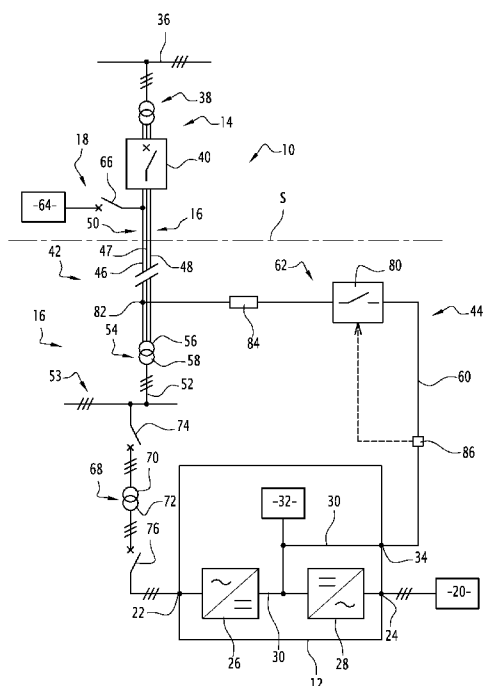


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to an auxiliary device (44) for conveying an electrical current for supplying power to an underwater electrical facility (12), which is coupled to a main device (42) for conveying electrical current. The main device (42) includes primary electrical conductors (46, 47, 48) connected to a power source (14, 18), secondary electrical conductors (52) connected to the underwater facility, and an electrical transformer (54) comprising a primary winding (56) connected to the primary conductors, and a secondary winding (58) connected to the secondary conductors. The auxiliary device (44) includes at least one auxiliary electrical conductor (60) and, for each auxiliary conductor, a member (62) for electrically coupling said auxiliary conductor to an associated primary conductor, each auxiliary conductor being connected to the underwater facility, each coupling member being suitable for feeding, from a current flowing through the primary conductor (46), a direct current through the auxiliary conductor to the underwater facility.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Ce dispositif auxiliaire (44) de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin (12), est couplé à un dispositif principal (42) de transport de courant électrique. Le dispositif principal (42) comprend des conducteurs électriques primaires (46, 47, 48) reliés à une source d'alimentation (14, 18), des conducteurs électriques secondaires (52) reliés à l'équipement sous-marin, et un transformateur électrique (54) comportant un enroulement primaire (56) connecté aux conducteurs primaires et un enroulement secondaire (58) connecté aux conducteurs secondaires. Le dispositif auxiliaire (44) comprend au moins un conducteur électrique auxiliaire (60) et, pour chaque conducteur auxiliaire, un organe (62) de couplage électrique dudit conducteur auxiliaire à un conducteur primaire associé, chaque conducteur auxiliaire étant connecté à l'équipement sous-marin, chaque organe de couplage étant adapté pour, à partir d'un courant circulant sur le conducteur primaire (46), injecter un courant continu sur le conducteur auxiliaire à destination de l'équipement sous-marin.

Dispositif auxiliaire de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin, système de transport de courant, installation d'alimentation électrique et procédé d'alimentation électrique associés

5 La présente invention concerne un dispositif auxiliaire de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin, le dispositif auxiliaire étant destiné à être couplé à un dispositif principal de transport de courant électrique.

10 Le dispositif principal comprend une pluralité de conducteurs électriques primaires destinés à être reliés électriquement à une source d'alimentation, une pluralité de conducteurs électriques secondaires destinés à être reliés électriquement à l'équipement sous-marin, et un transformateur électrique comportant un enroulement primaire connecté aux conducteurs primaires et un enroulement secondaire connecté aux conducteurs secondaires.

15 L'invention concerne également un système de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin, le système comprenant un tel dispositif principal de transport et un tel dispositif auxiliaire de transport couplé au dispositif principal.

20 L'invention concerne également une installation d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin, comprenant une source principale d'alimentation électrique et un tel système de transport du courant électrique pour l'alimentation de l'équipement sous-marin, le système de transport étant connecté à la source principale d'alimentation pour délivrer à l'équipement électrique un courant issu de la source principale d'alimentation.

25 L'invention concerne également un procédé d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin à l'aide d'une telle installation électrique.

30 L'invention concerne de manière générale l'alimentation électrique d'équipements électriques sous-marins immergés, notamment par grande profondeur, typiquement à plusieurs centaines de mètres, voire à plusieurs milliers de mètres de profondeur. Dans ce domaine, l'environnement est particulièrement contraignant, notamment de par la pression hydrostatique associée à la profondeur, et la transmission électrique est généralement effectuée sur de longues distances, telles que des distances de plusieurs kilomètres. La fiabilité requise est en outre élevée, la durée de vie exigée étant généralement supérieure à 20 ans.

35 On connaît du document US 2012/0097383 A1 un bus principal d'alimentation d'un équipement électrique sous-marin. En condition de démarrage à vide (de l'anglais *black*

start) de l'équipement électrique sous-marin, une première solution pour alimenter ledit équipement sous-marin consiste à utiliser un module électrique connecté de manière inductive à un câble ombilical relié en surface à une plate-forme. Une deuxième solution pour alimenter ledit équipement consiste à utiliser un véhicule télécommandé à distance depuis la surface, également appelé ROV (de l'anglais *Remote Operated Vehicle*).

Les documents WO 2007/055594 A1 et WO 2007/055593 A1 décrivent chacun un système électrique adapté pour alimenter un équipement électrique sous-marin en condition de démarrage à vide. Le système comprend notamment un bus principal de circulation du courant électrique, comportant un transformateur électrique avec un enroulement primaire et plusieurs enroulements secondaires.

Dans le document WO 2007/055594 A1, un ou plusieurs modules de commande d'un panneau de commutation sous-marin sont connectés à une source d'alimentation disposée en surface pour permettre de commander ledit panneau de commutation depuis la surface, avant d'alimenter en énergie électrique le reste du système sous-marin. Les modules de commande sont connectés directement à la source d'alimentation disposée en surface et alors alimentés en haute tension par celle-ci.

Dans le document WO 2007/055593 A1, un module de commande d'un panneau de commutation est toujours connecté à la source d'alimentation principale disposée en surface, via des transformateurs électriques. Un équipement sous-marin alimenté en permanence, également appelé UPS (de l'anglais *Uninterruptible Power Supply*), est prévu et est connecté en permanence à la source d'alimentation principale. Le module de commande et l'équipement UPS permettent d'avoir une tension de commande disponible avant que des charges principales soient alimentées.

Toutefois, ces différents dispositifs permettant d'alimenter un équipement électrique sous-marin en condition de démarrage à vide sont relativement onéreux et/ou complexes à mettre en œuvre.

Le but de l'invention est donc de proposer un dispositif auxiliaire de transport de courant électrique permettant de fournir, à moindre coût, un courant continu à l'équipement électrique afin de recharger des batteries électriques intégrées dans l'équipement pour permettre un démarrage dudit équipement en condition de démarrage à vide, i.e. avec les batteries initialement déchargées.

À cet effet, l'invention a pour objet un dispositif auxiliaire de transport du type précité, dans lequel le dispositif auxiliaire comprend au moins un conducteur électrique auxiliaire et, pour chaque conducteur auxiliaire, un organe de couplage électrique dudit conducteur auxiliaire à un conducteur primaire associé, chaque conducteur auxiliaire étant destiné à être connecté électriquement à l'équipement électrique sous-marin,

chaque organe de couplage électrique étant adapté pour, à partir d'un courant circulant sur le conducteur primaire associé, injecter un courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant à destination de l'équipement électrique sous-marin.

Le dispositif auxiliaire de transport selon l'invention ne nécessite alors pas l'intervention d'un ROV, ou encore l'ajout d'un câble d'alimentation électrique depuis la surface, le ou les conducteurs auxiliaires étant couplés aux conducteurs primaires correspondant juste en amont de l'enroulement primaire du transformateur électrique.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le dispositif auxiliaire de transport comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif auxiliaire comprend plusieurs conducteurs électriques auxiliaires et plusieurs organes de couplage électrique ;

- chaque organe de couplage électrique comporte un commutateur adapté pour commuter entre une première position correspondant à une absence de circulation d'un courant dans le conducteur auxiliaire et une seconde position correspondant à la circulation du courant continu dans le conducteur auxiliaire, la première position étant associée à un mode de fonctionnement principal dans lequel un courant est propre à être délivré à l'ensemble des conducteurs primaires, et la seconde position étant associée à un mode de fonctionnement auxiliaire dans lequel un courant est propre à être injecté sur le seul ou les seuls conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires via le ou les organes de couplage ;

- chaque organe de couplage électrique comporte un moyen de connexion électrique du conducteur auxiliaire correspondant au conducteur primaire associé, chaque organe de couplage étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant à partir d'un courant continu circulant sur le conducteur primaire associé ;

- chaque organe de couplage électrique comporte en outre un abaisseur de tension connecté entre ledit moyen de connexion et le conducteur auxiliaire ;

- chaque organe de couplage électrique comporte un transformateur de courant destiné à être disposé autour du conducteur primaire associé, chaque organe de couplage étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant à partir d'un courant alternatif circulant sur le conducteur primaire associé ;

- chaque organe de couplage électrique comporte en outre un redresseur relié au transformateur de courant, le redresseur étant adapté pour redresser le courant issu du transformateur de courant et destiné à l'équipement électrique sous-marin ; et

- chaque conducteur électrique auxiliaire et chaque organe de couplage électrique sont immergés.

L'invention a également pour objet un système de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin, le système comprenant :

5 - un dispositif principal de transport du courant électrique, le dispositif principal comportant :

 + une pluralité de conducteurs électriques primaires destinés à être reliés électriquement à une source d'alimentation,

 + une pluralité de conducteurs électriques secondaires destinés à être
10 reliés électriquement à l'équipement électrique sous-marin, et

 + un transformateur électrique comportant un enroulement primaire connecté aux conducteurs primaires et un enroulement secondaire connecté aux conducteurs secondaires ; et

15 - un dispositif auxiliaire de transport du courant électrique, le dispositif auxiliaire étant couplé au dispositif principal,

 dans lequel le dispositif auxiliaire est tel que défini ci-dessus.

Suivant d'autres aspects avantageux de l'invention, le système de transport comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

20 - dans le mode de fonctionnement principal, les conducteurs électriques primaires forment un bus primaire de circulation d'un premier courant alternatif, et les conducteurs électriques secondaires forment un bus secondaire de circulation d'un deuxième courant alternatif ;

25 - dans le mode de fonctionnement auxiliaire, le seul ou les seuls conducteurs, qui parmi les conducteurs électriques primaires et secondaires sont configurés pour être parcourus par un courant, sont le ou les conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires via le ou les organes de couplage, les autres conducteurs parmi les conducteurs primaires et secondaires n'étant pas parcourus par un courant dans ce mode de fonctionnement auxiliaire ; et

30 - les conducteurs électriques secondaires, le transformateur électrique et le ou les conducteurs électriques auxiliaires sont immergés.

35 L'invention a également pour objet une installation d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin, comprenant une source principale d'alimentation électrique et un système de transport d'un courant électrique pour l'alimentation de l'équipement électrique sous-marin, le système de transport étant connecté à la source principale d'alimentation pour délivrer à l'équipement électrique un courant issu de la

source principale d'alimentation, dans laquelle le système de transport est tel que défini ci-dessus.

Suivant un autre aspect avantageux de l'invention, l'installation d'alimentation électrique comprend la caractéristique suivante :

- 5 - le système d'alimentation comprend en outre une source auxiliaire d'alimentation apte à injecter un courant électrique sur le ou les conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires via le ou les organes de couplage, pour alimenter l'équipement électrique à partir de ladite source auxiliaire.

10 L'invention a également pour objet un procédé d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin, à l'aide d'une installation électrique telle que définie ci-dessus, dans lequel :

- selon un mode de fonctionnement principal, un courant alternatif est délivré à l'ensemble des conducteurs primaires, et
- selon un mode de fonctionnement auxiliaire, un courant est injecté sur le seul ou
15 les seuls conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires via le ou les organes de couplage.

Ces caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- 20 - la figure 1 est une représentation schématique d'une installation d'alimentation d'un équipement électrique sous-marin, selon un premier mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

25 Dans la suite de la description, l'expression « sensiblement égal à » définit une relation d'égalité à plus ou moins 10 %.

 Sur la figure 1, une installation 10 d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin 12 comprend une source principale d'alimentation électrique 14 et un système 16 de transport du courant électrique pour l'alimentation de l'équipement
30 électrique sous-marin 12.

 L'installation d'alimentation électrique 10 comporte une partie émergée et une partie immergée, la surface de l'eau étant représentée par la ligne S en trait discontinu. La partie émergée de l'installation d'alimentation électrique 10 est de préférence disposée sur une plate-forme, non représentée, en mer ou directement à terre, et la partie
35 immergée de l'installation 10 est par exemple disposée sur un fond sous-marin. La partie

émergée de l'installation 10 comporte la source principale d'alimentation 14, et le système de transport 16 est immergé en majeure partie.

L'installation d'alimentation 10 comprend une source auxiliaire d'alimentation électrique 18, la source auxiliaire 18 étant de préférence émergée et par exemple
5 disposée sur la plate-forme en mer ou directement à terre.

Par transport de courant électrique, on entend de manière générale un transport de charges électriques, que la source d'alimentation 14, 18 soit une source commandée en tension ou bien une source commandée en courant. Le transport de courant électrique est également appelé transport de puissance électrique, ou encore transport d'énergie
10 électrique.

L'équipement électrique sous-marin 12 est par exemple un équipement destiné à être électriquement alimenté en permanence et à alimenter en permanence une charge 20, telle qu'un dispositif électronique de commande. L'équipement électrique sous-marin 12 est alors également appelé UPS (de l'anglais *Uninterruptible Power Supply*).

L'équipement sous-marin 12 est destiné à recevoir une tension alternative d'entrée comportant une ou plusieurs phases et à délivrer une tension alternative de sortie à la charge 20, la tension alternative de sortie comportant également une ou plusieurs phases. L'équipement sous-marin 12 comporte une ou plusieurs bornes d'entrée 22, une borne d'entrée 22 étant prévue pour chaque phase de la tension d'entrée, une ou plusieurs
20 bornes de sortie 24, une borne de sortie 24 étant prévue pour chaque phase de la tension de sortie.

L'équipement sous-marin 12 comporte un redresseur de tension 26 connecté aux bornes d'entrée 22, un onduleur de tension 28 connecté aux bornes de sortie 24, un bus interne de tension continue 30 reliant l'onduleur 28 au redresseur 26. Le redresseur 26 et
25 l'onduleur 28 sont alors connectés en série entre les bornes d'entrée 22 et les bornes de sortie 24, l'onduleur 28 étant connecté en sortie du redresseur 26.

L'équipement sous-marin 12 comporte également un dispositif de stockage d'énergie électrique 32, tel qu'une batterie électrique. L'équipement sous-marin 12 comporte une borne auxiliaire 34 connectée au bus interne 30.

En variante, l'équipement sous-marin 12 est adapté pour délivrer une tension continue de sortie à la charge 20 à partir de la tension d'alternative d'entrée reçue en ses bornes d'entrée 22. L'équipement sous-marin 12 comporte alors le redresseur de tension 26, le bus interne de tension continue 30 et le dispositif de stockage d'énergie 32, mais ne
30 comporte pas d'onduleur de tension.

Selon cette variante, la charge 20 est susceptible d'être alimentée par un courant continu reçu en la borne auxiliaire 34 et circulant via le bus interne 30 jusqu'à la borne de sortie 24 correspondante, sans passer par le redresseur de tension 26.

La source principale d'alimentation 14 est apte à délivrer une tension alternative au système de transport 16, notamment en vue de l'alimentation de l'équipement électrique 12. La source principale d'alimentation 14 comporte un générateur de tension 36, le générateur de tension 36 étant par exemple formé par un réseau alternatif dans l'exemple de réalisation de la figure 1, tel qu'un réseau triphasé.

En complément facultatif, la source principale 14 comporte un transformateur de tension 38 connecté en sortie du générateur de tension 36, afin d'isoler le système de transport 16 par rapport au réseau 36 et/ou de délivrer au système de transport 16 une tension de valeur différente de celle du réseau. La source principale 14 comporte un disjoncteur principal de protection 40 connecté au secondaire du transformateur de tension 38.

Le système de transport 16 comprend un dispositif principal 42 de transport du courant électrique, le dispositif principal de transport 42 étant connecté à la source principale d'alimentation 14 pour délivrer à l'équipement électrique 12 un courant issu de ladite source principale 14.

Selon l'invention, le système de transport 16 comprend également un dispositif auxiliaire 44 de transport du courant, couplé au dispositif principal 42, pour permettre un démarrage de l'équipement électrique 12 en condition de démarrage à vide, i.e. avec le dispositif de stockage d'énergie électrique 32 déchargé.

Le dispositif principal de transport 42 comporte une pluralité de conducteurs électriques primaires 46, 47, 48 reliés électriquement à la source principale d'alimentation 14, les conducteurs primaires 46, 47, 48 formant alors un bus primaire 50 de circulation d'un premier courant alternatif polyphasé. Le dispositif principal de transport 42 comporte une pluralité de conducteurs électriques secondaires 52 reliés électriquement à l'équipement électrique sous-marin 12, les conducteurs secondaires 52 formant alors un bus secondaire 53 de circulation d'un deuxième courant alternatif polyphasé.

Le dispositif principal de transport 42 comporte un transformateur électrique 54 comportant un enroulement primaire 56 connecté aux conducteurs primaires 46, 47, 48 et un enroulement secondaire 58 connecté aux conducteurs secondaires 52.

Dans l'exemple de réalisation décrit, le dispositif principal 42 comporte trois conducteurs électriques primaires, à savoir un premier conducteur primaire 46, un deuxième conducteur primaire 47 et un troisième conducteur primaire 48, et le bus primaires 50 est alors un bus triphasé.

Le dispositif auxiliaire de transport 44 comporte au moins un conducteur électrique auxiliaire 60 et, pour chaque conducteur auxiliaire 60, un organe 62 de couplage électrique dudit conducteur auxiliaire 60 à un conducteur primaire associé 46. Chaque conducteur auxiliaire 60 est, d'une part, connecté à l'organe de couplage 62 correspondant, et d'autre part, connecté à l'équipement électrique sous-marin 12, par exemple à la borne auxiliaire 34 de cet équipement sous-marin.

Dans l'exemple de réalisation décrit, le dispositif auxiliaire 44 comporte un seul conducteur auxiliaire 60 et un seul organe de couplage 62, le conducteur auxiliaire 60 étant couplé au premier conducteur primaire 46 via l'organe de couplage 62.

En variante non représentée, le dispositif auxiliaire 44 comporte plusieurs conducteurs électriques auxiliaires 60 et plusieurs organes de couplage électrique 62, chaque organe de couplage électrique 62 permettant de coupler un conducteur auxiliaire 60 correspondant à l'un des conducteurs primaires 46, 47, 48.

L'homme du métier comprendra que le ou les conducteurs électriques auxiliaires 60 sont des conducteurs servant au transport du courant électrique pour la circulation du courant vers l'équipement électrique sous-marin 12, également appelée aller du courant.

Pour le retour du courant depuis l'équipement électrique sous-marin 12, le dispositif auxiliaire de transport 44 comporte en outre, par exemple, au moins un conducteur électrique auxiliaire de retour, non représenté, chaque conducteur auxiliaire de retour étant couplé, via un organe de couplage de retour, non représenté, à un conducteur primaire correspondant, le conducteur primaire utilisé pour le retour du courant étant distinct du ou des conducteurs primaires qui sont couplés au ou aux conducteurs auxiliaires 60 pour l'injection du courant continu, c'est-à-dire distinct du ou des conducteurs primaires utilisés pour l'aller.

En variante, pour le retour du courant depuis l'équipement électrique sous-marin 12 lorsque le courant est continu, le dispositif auxiliaire de transport 44 comporte une première électrode, non représentée, connectée à l'équipement électrique sous-marin 12 et une deuxième électrode, non représentée, connectée à la source auxiliaire 18, les première et deuxième électrodes étant immergées. Le cheminement du courant de retour depuis l'équipement sous-marin 12 vers la source auxiliaire 18 se fait alors à travers l'eau de mer depuis la première électrode vers la deuxième électrode. Selon cette variante, le dispositif auxiliaire de transport 44 ne comporte pas de conducteur auxiliaire de retour et d'organe de couplage de retour, l'eau de mer servant de conducteur de retour.

La source auxiliaire d'alimentation 18 est apte à injecter un courant électrique sur le conducteur primaire 46 ou les conducteurs primaires qui sont couplés au ou aux

conducteurs auxiliaires 60 via le ou les organes de couplage 62, l'équipement électrique 12 étant alors alimenté à partir de ladite source auxiliaire 18.

La source auxiliaire 18 comporte par exemple un générateur auxiliaire 64 et un disjoncteur auxiliaire de protection et d'isolement 66 connecté entre le générateur
5 auxiliaire 64 et le conducteur primaire 46 ou les conducteurs primaires qui sont couplés au(x) conducteur(s) auxiliaire(s) 60 correspondant(s).

Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, la source auxiliaire d'alimentation 18 est alors apte à injecter le courant électrique sur le premier conducteur primaire 46, et le disjoncteur auxiliaire de protection 66 est connecté entre le générateur auxiliaire 64 et le
10 premier conducteur primaire 46.

Par injection de courant électrique, on entend une injection de charges électriques au sens large, que la source auxiliaire d'alimentation 18 soit une source commandée en tension comme dans l'exemple de la figure 1, ou bien une source commandée en courant comme cela sera décrit par la suite dans l'exemple de la figure 2. L'injection de courant
15 électrique est également appelée injection de puissance électrique, ou encore injection d'énergie électrique.

Le redresseur 26 est connu en soi, et est apte à convertir la tension alternative reçue en les bornes d'entrée 22 en une tension continue délivrée sur le bus interne 30.

L'onduleur 28 est également connu en soi, et est apte à convertir la tension continue présente sur le bus interne 30 en une tension alternative délivrée aux bornes de
20 sortie 24 à destination de la charge 20.

Dans l'exemple de réalisation décrit, le dispositif principal de transport 42 comprend en outre un transformateur additionnel 68 comportant un enroulement primaire additionnel 70 et un enroulement secondaire additionnel 72. Selon cet exemple, le
25 dispositif principal 42 comprend également un premier disjoncteur additionnel 74 connecté entre le bus secondaire 53 et l'enroulement primaire 70 du transformateur additionnel, et un deuxième disjoncteur additionnel 76 connecté entre l'enroulement secondaire 72 du transformateur additionnel et les bornes d'entrée 22 de l'équipement sous-marin. Autrement dit, selon cet exemple, les conducteurs électriques secondaires 52
30 sont reliés à l'équipement sous-marin 12 via le transformateur additionnel 68 et les disjoncteurs additionnels 74, 76.

Lorsque le dispositif principal de transport 42 comporte plusieurs transformateurs immergés 54, 68, comme représenté sur la figure 1, le dispositif auxiliaire de transport 44 est de manière générale couplé en amont du transformateur 54 qui est le plus proche de
35 la source d'alimentation principale 14 parmi les différents transformateurs immergés 54, 68 compris dans le dispositif principal de transport 42. Autrement dit, chaque moyen de

couplage 62 est couplé au conducteur primaire associé 46 entre la source d'alimentation principale 14 et l'enroulement primaire 56 du transformateur 54 qui est le plus proche de la source d'alimentation principale 14 parmi les différents transformateurs immergés 54, 68 compris dans le dispositif principal de transport 42.

5 Les conducteurs primaires 46, 47, 48 sont, dans l'exemple de réalisation de la figure 1, immergés en majeure partie.

Les conducteurs secondaires 52 et le transformateur électrique 54 sont totalement immergés, et par exemple disposés sur le fonds sous-marin. Dans l'exemple de réalisation décrit, le transformateur additionnel 68 et les disjoncteurs additionnels 74, 76
10 sont également totalement immergés.

Le ou les conducteurs auxiliaires 60 et le ou les organes de couplage 62 formant le dispositif auxiliaire de transport 44 sont totalement immergés, et par exemple disposés sur le fonds sous-marin.

Chaque conducteur auxiliaire 60 est distinct des conducteurs électriques primaires
15 46, 47, 48 et des conducteurs électriques secondaires 52.

Chaque organe de couplage électrique 62 est adapté pour, à partir d'un courant circulant sur le conducteur primaire associé 46, injecter un courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant 60 à destination de l'équipement électrique sous-marin 12.

20 Chaque organe de couplage 62 comporte un commutateur 80 adapté pour commuter entre une première position correspondant à une absence de circulation d'un courant dans le conducteur auxiliaire 60 et une seconde position correspondant à la circulation du courant continu dans le conducteur auxiliaire 60. La première position est associée à un mode de fonctionnement principal dans lequel un courant est propre à être
25 délivré à l'ensemble des conducteurs primaires 46, 47, 48 depuis la source primaire 14, et la seconde position est associée à un mode de fonctionnement auxiliaire dans lequel un courant est propre à être injecté, depuis la source auxiliaire 18, sur le seul conducteur primaire 46 ou les seuls conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires 60 via le ou les organes de couplage 62.

30 Dans le mode de fonctionnement auxiliaire, le seul ou les seuls conducteurs, qui parmi les conducteurs électriques primaires 46, 47, 48 et secondaires 52 sont configurés pour être parcourus par un courant, sont le conducteur primaire 46 ou les conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires 60 via le ou les organes de couplage 62, les autres conducteurs 47, 48, 52 parmi les conducteurs primaires et secondaires
35 n'étant pas parcourus par un courant dans ce mode de fonctionnement auxiliaire.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, chaque organe de couplage 62 comporte un moyen 82 de connexion électrique du conducteur auxiliaire correspondant 60 au conducteur primaire associé 46, chaque organe de couplage 62 étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant 60 à partir d'un courant continu circulant sur le conducteur primaire associé 46.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, la source auxiliaire 18 est alors une source de tension continue apte à délivrer une tension continue au premier conducteur primaire 46, et le générateur auxiliaire 64 est un générateur de tension continue. L'application de la tension continue au premier conducteur primaire 46 entraîne la circulation d'un courant continu dans le premier conducteur primaire 46.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 1, en complément facultatif, chaque organe de couplage 62 comporte en outre un abaisseur de tension 84 connecté entre le moyen de connexion 82 et le conducteur auxiliaire 60.

Chaque commutateur 80 est, par exemple, un interrupteur apte à commuter entre une position ouverte et une position fermée. La position ouverte de l'interrupteur correspond à la première position décrite précédemment, et permet d'empêcher la circulation de courant sur le conducteur auxiliaire 60 dans le mode de fonctionnement principal. La position fermée correspond à la seconde position décrite précédemment, et permet la circulation du courant continu sur le conducteur auxiliaire 60 à destination de l'équipement électrique 12 dans le mode de fonctionnement auxiliaire.

Chaque commutateur 80 permet alors d'avoir une circulation de courant sur le conducteur auxiliaire associé 60 seulement selon le mode de fonctionnement auxiliaire, notamment afin de recharger le dispositif de stockage d'énergie 32, et de limiter la circulation de courant parasite sur ledit conducteur auxiliaire 60 selon le mode de fonctionnement principal.

Chaque moyen de connexion 82 est, par exemple, une dérivation permettant de connecter directement le conducteur auxiliaire 60 au conducteur primaire correspondant, à savoir au premier conducteur primaire 46 dans l'exemple de réalisation de la figure 1.

Chaque moyen de connexion 82 est de préférence disposé juste en amont de l'enroulement primaire 56 du transformateur électrique, afin que le conducteur auxiliaire 60 correspondant présente une longueur aussi faible que possible. Autrement dit, chaque moyen de connexion 82 est de préférence connecté au plus près de l'enroulement primaire 56 entre la source auxiliaire 18 et le transformateur électrique 54.

Chaque abaisseur de tension 84 est par exemple en forme d'un pont diviseur, connu en soi.

En complément, le dispositif auxiliaire de transport 44 comporte un organe 86 de mesure de la tension du bus interne 30 et de commande du commutateur 80 en fonction de ladite tension mesurée. La tension du bus interne 30 correspond à la tension du dispositif de stockage d'énergie 32, et l'organe de mesure et de commande 86 est alors
5 adapté pour commander la commutation du commutateur 80 de sa seconde position, ou position fermée, vers sa première position, ou position ouverte, lorsque la charge du dispositif de stockage 32 est déterminée. Inversement, l'organe de mesure et de commande 86 est également adapté pour commander la commutation du commutateur 80 vers sa seconde position lorsque la quantité d'énergie contenue dans le dispositif de
10 stockage 32 est insuffisante, par exemple inférieure à un seuil prédéfini.

Le fonctionnement de l'installation d'alimentation 10 selon l'invention va être à présent décrit.

Lorsque le dispositif de stockage d'énergie 32 intégré à l'équipement sous-marin 12 est déchargé, par exemple suite à la mise en service de l'installation 10 ou bien suite à
15 une longue période d'inactivité de l'installation 10, le démarrage de l'équipement 12 est difficile, voire impossible, et il est alors nécessaire de recharger préalablement le dispositif de stockage 32, pour permettre ensuite un fonctionnement normal de l'équipement sous-marin 12, et l'alimentation de la charge 20 connectée à cet équipement.

Le dispositif de stockage 32 est, dans ce cas, rechargé en utilisant l'installation 10
20 selon le mode de fonctionnement auxiliaire dans lequel un courant est injecté à partir de la source auxiliaire 18 sur le seul conducteur primaire 46 ou les seuls conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires 60 via le ou les organes de couplage 62.

Selon ce mode de fonctionnement auxiliaire et dans l'exemple de réalisation de la
25 figure 1, un courant continu est alors injecté depuis la source auxiliaire 18 sur le premier conducteur 46, ce courant continu passant ensuite via l'organe de couplage 62, en particulier via le moyen de connexion 82 et le commutateur 80 en position fermée, dans le conducteur auxiliaire 60 jusqu'à la borne auxiliaire 34 de l'équipement sous-marin.

Le dispositif de stockage d'énergie 32 est alors rechargé à l'aide du courant
30 continu reçu via la borne auxiliaire 34 et le bus interne 30. L'homme du métier notera que le courant continu injecté sur le premier conducteur 46 est filtré par le transformateur électrique 54, et ne circule alors pas sur le bus secondaire 53.

À l'issue de la charge du dispositif de stockage d'énergie 32, le commutateur 80 commute de sa seconde position vers sa première position, c'est-à-dire de la position
35 fermée vers la position ouverte dans l'exemple de réalisation de la figure 1, le commutateur 80 étant par exemple adapté pour détecter la fin de la charge du dispositif

de stockage 32, en surveillant par exemple le moment où le courant débité par le dispositif de stockage 32 devient inférieur à un seuil prédéfini.

Lorsque le commutateur 80 est dans sa première position, empêchant la circulation du courant dans le conducteur auxiliaire 60, l'équipement sous-marin 12 est alors alimenté normalement via le dispositif principal de transport 42 à partir de la source principale d'alimentation 14 selon le mode de fonctionnement principal. Le courant alternatif triphasé issu de la source principale 14 circule alors à travers le bus primaire 50, l'enroulement primaire 56 et l'enroulement secondaire 58 du transformateur électrique, puis à travers le bus secondaire 53 jusqu'à l'équipement sous-marin 12.

La tension triphasée sur le bus primaire 50 selon le mode de fonctionnement principal présente, par exemple une fréquence sensiblement égale à 50 Hz, ou en variante sensiblement égale à 60 Hz. La tension triphasée est typiquement de l'ordre de quelques kV.

L'installation d'alimentation 10 selon l'invention permet alors d'alimenter l'équipement électrique sous-marin 12 même en condition de démarrage à vide de par la présence du dispositif auxiliaire de transport 44, sans pour autant nécessiter l'intervention d'un ROV, ou encore l'ajout d'un câble électrique depuis la plate-forme en surface. En effet, le conducteur auxiliaire 60, également appelé câble auxiliaire, est couplé au conducteur primaire 46 correspondant immédiatement en amont de l'enroulement primaire 56 du transformateur électrique, et le conducteur auxiliaire 60 est totalement immergé.

Ceci permet alors d'avoir un câble auxiliaire 60 de longueur plus réduite, et donc moins coûteux, la longueur de câble économisée correspondant sensiblement à la longueur du conducteur primaire 46 connecté entre la source principale 14 et l'enroulement primaire 56.

Chaque conducteur primaire 46 couplé à un conducteur auxiliaire correspondant 60 remplit alors une double fonctionnalité, une fonctionnalité principale étant de permettre la circulation du courant depuis la source principale 14 en direction l'équipement 12 selon le mode de fonctionnement principal, et une fonctionnalité auxiliaire étant de permettre la circulation du courant depuis la source auxiliaire 18 en direction du dispositif auxiliaire de transport 44, puis de l'équipement 12 selon le mode de fonctionnement auxiliaire.

La figure 2 illustre un deuxième mode de réalisation de l'invention pour lequel les éléments identiques au premier mode de réalisation, décrit précédemment en regard de la figure 1, sont repérés par des références identiques, et ne sont pas décrits à nouveau.

Selon ce deuxième mode de réalisation, la source auxiliaire 18 est une source de courant alternatif apte à délivrer une tension alternative à basse fréquence au premier

conducteur primaire 46, et le générateur auxiliaire 64 est un générateur de courant alternatif à basse fréquence. Le courant circulant, selon le mode de fonctionnement auxiliaire, sur le conducteur primaire 46 couplé au conducteur auxiliaire 60 est alors un courant alternatif.

5 Par basse fréquence, on entend une fréquence inférieure ou égale à 25 Hz, par exemple sensiblement égale à 16,6 Hz.

Selon ce deuxième mode de réalisation, chaque conducteur auxiliaire 60 n'est pas connecté directement au conducteur primaire correspondant, et chaque organe de couplage 62 comporte un transformateur de courant 100 destiné à être agencé autour du
10 conducteur primaire associé 46, chaque organe de couplage 62 étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant 60 à partir du courant alternatif circulant sur le conducteur primaire associé 46.

En complément facultatif, chaque organe de couplage 62 comporte en outre un redresseur 102 relié au transformateur de courant 100, le redresseur 102 étant adapté
15 pour redresser le courant issu du transformateur de courant 100 et destiné à l'équipement électrique sous-marin 12.

En complément facultatif, chaque organe de couplage 62 comporte en outre un disjoncteur de protection 104, connecté par exemple entre le redresseur 102 et l'équipement sous-marin 12.

20 Le commutateur 80 est mobile entre la première position P1, en trait pointillé à la figure 2, et la seconde position P2, en trait continu à la figure 2. La première position P1 correspond à une absence de circulation de courant dans le conducteur auxiliaire 60, le courant étant alors par exemple délivré à une charge 104 de dissipation de l'énergie, et la seconde position P2 correspond à la circulation du courant continu dans le conducteur
25 auxiliaire 60.

En complément, le dispositif auxiliaire de transport 44 comporte l'organe 86 de mesure de la tension du bus interne 30 et de commande du commutateur 80 entre sa première position P1 et sa seconde position P2, en fonction de ladite tension mesurée.

Le transformateur de courant 100 est par exemple en forme d'un tore relié au
30 conducteur auxiliaire correspondant 60 et disposé autour du conducteur primaire associé 46 pour coupler ledit conducteur primaire 46 au conducteur auxiliaire 60.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 2, l'organe de mesure et de commande 86 est agencé à l'extérieur de l'équipement sous-marin 12. En variante non représentée, l'organe de mesure et de commande 86 est disposé à l'intérieur dudit équipement sous-
35 marin 12.

Le fonctionnement de l'installation d'alimentation 10 selon ce deuxième mode de réalisation est alors analogue à celui de l'installation d'alimentation selon le premier mode de réalisation, décrit précédemment, à la différence que, dans le mode de fonctionnement auxiliaire selon ce deuxième mode de réalisation, la source auxiliaire 18 délivre un courant alternatif à basse fréquence, tandis que la source auxiliaire 18 délivre une tension continue dans le mode de fonctionnement auxiliaire selon le premier mode de réalisation.

Selon ce deuxième mode de réception, lorsque le dispositif de stockage d'énergie 32 n'est pas suffisamment chargé, il est rechargé en utilisant l'installation 10 selon le mode de fonctionnement auxiliaire, et le courant alternatif à basse fréquence est alors injecté depuis la source auxiliaire 18 sur le premier conducteur 46 couplé au conducteur auxiliaire 60, ce courant alternatif passant ensuite via l'organe de couplage 62, en particulier via le transformateur de courant 100 et le commutateur 80 en sa seconde position P2, dans le conducteur auxiliaire 60 jusqu'à la borne auxiliaire 34 de l'équipement sous-marin.

Le dispositif de stockage d'énergie 32 est alors rechargé à l'aide du courant continu reçu via la borne auxiliaire 34 et le bus interne 30. L'homme du métier notera que le courant alternatif à basse fréquence injecté sur le premier conducteur 46 est filtré par le transformateur électrique 54 qui est en état de saturation magnétique, la basse fréquence étant inférieure à la fréquence de fonctionnement du transformateur électrique 54, et le courant alternatif à basse fréquence ne circule alors pas sur le bus secondaire 53.

À l'issue de la charge du dispositif de stockage d'énergie 32, le commutateur 80 commute de sa seconde position P2 vers sa première position P1, et l'équipement sous-marin 12 est alors alimenté normalement via le dispositif principal de transport 42 à partir de la source principale d'alimentation 14 selon le mode de fonctionnement principal qui est identique au mode de fonctionnement principal décrit précédemment pour le premier mode de réalisation.

Les avantages de ce deuxième mode de réalisation sont analogues à ceux du premier mode de réalisation, décrits précédemment, et ne sont pas décrits à nouveau.

En variante non représentée, quel que soit le mode de réalisation parmi le premier mode de réalisation et le deuxième mode de réception, l'installation d'alimentation 10 comporte une unique source d'alimentation, en lieu et place de la source principale 14 et de la source auxiliaire 18, l'unique source d'alimentation comportant alors des moyens de commutation entre un mode principal dans lequel un courant alternatif est délivré à l'ensemble des conducteurs primaires 46, 47, 48, et un mode auxiliaire dans lequel un courant est injecté sur le seul conducteur primaire 46 ou les seuls conducteurs primaires couplés au ou aux conducteurs auxiliaires 60 via le ou les organes de couplage 62.

On conçoit ainsi que le dispositif auxiliaire de transport 44 et l'installation d'alimentation 10 selon l'invention permettent de fournir, à moindre coût, un courant continu à l'équipement électrique 12 afin de recharger sa batterie électrique 32 pour permettre un démarrage dudit équipement 12 en condition de démarrage à vide, avec sa batterie 32 déchargée.

REVENDICATIONS

1.- Dispositif auxiliaire (44) de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin (12), le dispositif auxiliaire (44) étant destiné à être
5 couplé à un dispositif principal (42) de transport de courant électrique,

le dispositif principal (42) comprenant une pluralité de conducteurs électriques primaires (46, 47, 48) destinés à être reliés électriquement à une source d'alimentation (14, 18), une pluralité de conducteurs électriques secondaires (52) destinés à être reliés électriquement à l'équipement électrique sous-marin (12), et un transformateur électrique
10 (54) comportant un enroulement primaire (56) connecté aux conducteurs primaires (46, 47, 48) et un enroulement secondaire (58) connecté aux conducteurs secondaire (52),

le dispositif auxiliaire (44) étant caractérisé en ce qu'il comprend au moins un conducteur électrique auxiliaire (60) et, pour chaque conducteur auxiliaire (60), un organe (62) de couplage électrique dudit conducteur auxiliaire (60) à un conducteur primaire associé (46), chaque conducteur auxiliaire (60) étant destiné à être connecté électriquement à l'équipement électrique sous-marin (12), chaque organe de couplage électrique (62) étant adapté pour, à partir d'un courant circulant sur le conducteur primaire associé (46), injecter un courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant (60) à destination de l'équipement électrique sous-marin (12).

2.- Dispositif auxiliaire (44) selon la revendication 1, dans lequel le dispositif auxiliaire (44) comprend plusieurs conducteurs électriques auxiliaires (60) et plusieurs organes de couplage électrique (62).

3.- Dispositif auxiliaire (44) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque organe de couplage électrique (62) comporte un commutateur (80) adapté pour commuter entre une première position (P1) correspondant à une absence de circulation d'un courant dans le conducteur auxiliaire (60) et une seconde position (P2) correspondant à la circulation du courant continu dans le conducteur auxiliaire (60),

la première position (P1) étant associée à un mode de fonctionnement principal dans lequel un courant est propre à être délivré à l'ensemble des conducteurs primaires (46, 47, 48), et la seconde position (P2) étant associée à un mode de fonctionnement auxiliaire dans lequel un courant est propre à être injecté sur le seul ou les seuls conducteurs primaires (46) couplés au ou aux conducteurs auxiliaires (60) via le ou les
35 organes de couplage (62).

4.- Dispositif auxiliaire (44) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque organe de couplage électrique (62) comporte un moyen (82) de connexion électrique du conducteur auxiliaire correspondant (60) au conducteur primaire associé (46), chaque organe de couplage (62) étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant (60) à partir d'un courant continu circulant sur le conducteur primaire associé (46).

5.- Dispositif auxiliaire (44) selon la revendication 4, dans lequel chaque organe de couplage électrique (62) comporte en outre un abaisseur de tension (84) connecté entre ledit moyen de connexion (82) et le conducteur auxiliaire (60).

6.- Dispositif auxiliaire (44) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel chaque organe de couplage électrique (62) comporte un transformateur de courant (100) destiné à être disposé autour du conducteur primaire associé (46), chaque organe de couplage (62) étant alors adapté pour injecter le courant continu sur le conducteur auxiliaire correspondant (60) à partir d'un courant alternatif circulant sur le conducteur primaire associé (46).

7.- Dispositif auxiliaire (44) selon la revendication 6, dans lequel chaque organe de couplage électrique (62) comporte en outre un redresseur (102) relié au transformateur de courant (100), le redresseur (102) étant adapté pour redresser le courant issu du transformateur de courant (100) et destiné à l'équipement électrique sous-marin (12).

8.- Dispositif auxiliaire (44) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque conducteur électrique auxiliaire (60) et chaque organe de couplage électrique (62) sont immergés.

9.- Système (16) de transport d'un courant électrique pour l'alimentation d'un équipement électrique sous-marin (12), le système (16) comprenant :

- un dispositif principal (42) de transport du courant électrique, le dispositif principal (42) comportant :

+ une pluralité de conducteurs électriques primaires (46, 47, 48) destinés à être reliés électriquement à une source d'alimentation (14, 18),

+ une pluralité de conducteurs électriques secondaires (52) destinés à être reliés électriquement à l'équipement électrique sous-marin (12), et

+ un transformateur électrique (54) comportant un enroulement primaire (56) connecté aux conducteurs primaires (46, 47, 48) et un enroulement secondaire (58) connecté aux conducteurs secondaires (52) ; et

- un dispositif auxiliaire (44) de transport du courant électrique, le dispositif
5 auxiliaire (44) étant couplé au dispositif principal (42),

caractérisé en ce que le dispositif auxiliaire (44) est selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10.- Système (16) selon la revendication 9, le dispositif auxiliaire étant selon la
10 revendication 3, dans lequel, dans le mode de fonctionnement principal, les conducteurs électriques primaires (46, 47, 48) forment un bus primaire de circulation d'un premier courant alternatif, et les conducteurs électriques secondaires forment un bus secondaire de circulation d'un deuxième courant alternatif.

11.- Système (16) selon la revendication 9 ou 10, le dispositif auxiliaire (44) étant
15 selon la revendication 3, dans lequel, dans le mode de fonctionnement auxiliaire, le seul ou les seuls conducteurs (46), qui parmi les conducteurs électriques primaires (46, 47, 48) et secondaires (52) sont configurés pour être parcourus par un courant, sont le ou les conducteurs primaires (46) couplés au ou aux conducteurs auxiliaires (60) via le ou les
20 organes de couplage (62), les autres conducteurs parmi les conducteurs primaires (46, 47, 48) et secondaires n'étant pas parcourus par un courant dans ce mode de fonctionnement auxiliaire.

12.- Système (16) selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, dans lequel
25 les conducteurs électriques secondaires (52), le transformateur électrique (54) et le ou les conducteurs électriques auxiliaires (60) sont immergés.

13.- Installation (10) d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-
marin (12), comprenant une source principale d'alimentation électrique (14) et un système
30 (16) de transport d'un courant électrique pour l'alimentation de l'équipement électrique sous-marin (12), le système de transport (16) étant connecté à la source principale d'alimentation (14) pour délivrer à l'équipement électrique (12) un courant issu de la source principale d'alimentation (14),

caractérisé en ce que le système de transport (16) est selon l'une quelconque des
35 revendications 9 à 12.

14.- Installation (10) selon la revendication 13, dans lequel le système d'alimentation (16) comprend en outre une source auxiliaire d'alimentation (18) apte à injecter un courant électrique sur le ou les conducteurs primaires (46) couplés au ou aux conducteurs auxiliaires (60) via le ou les organes de couplage (62), pour alimenter l'équipement électrique (12) à partir de ladite source auxiliaire (18).

15.- Procédé d'alimentation électrique d'un équipement électrique sous-marin (12), à l'aide d'une installation électrique (10) selon la revendication 13 ou 14,

le procédé étant caractérisé en ce que :

- selon un mode de fonctionnement principal, un courant alternatif est délivré à l'ensemble des conducteurs primaires (46, 47, 48), et

- selon un mode de fonctionnement auxiliaire, un courant est injecté sur le seul ou les seuls conducteurs primaires (46) couplés au ou aux conducteurs auxiliaires (60) via le ou les organes de couplage (62).

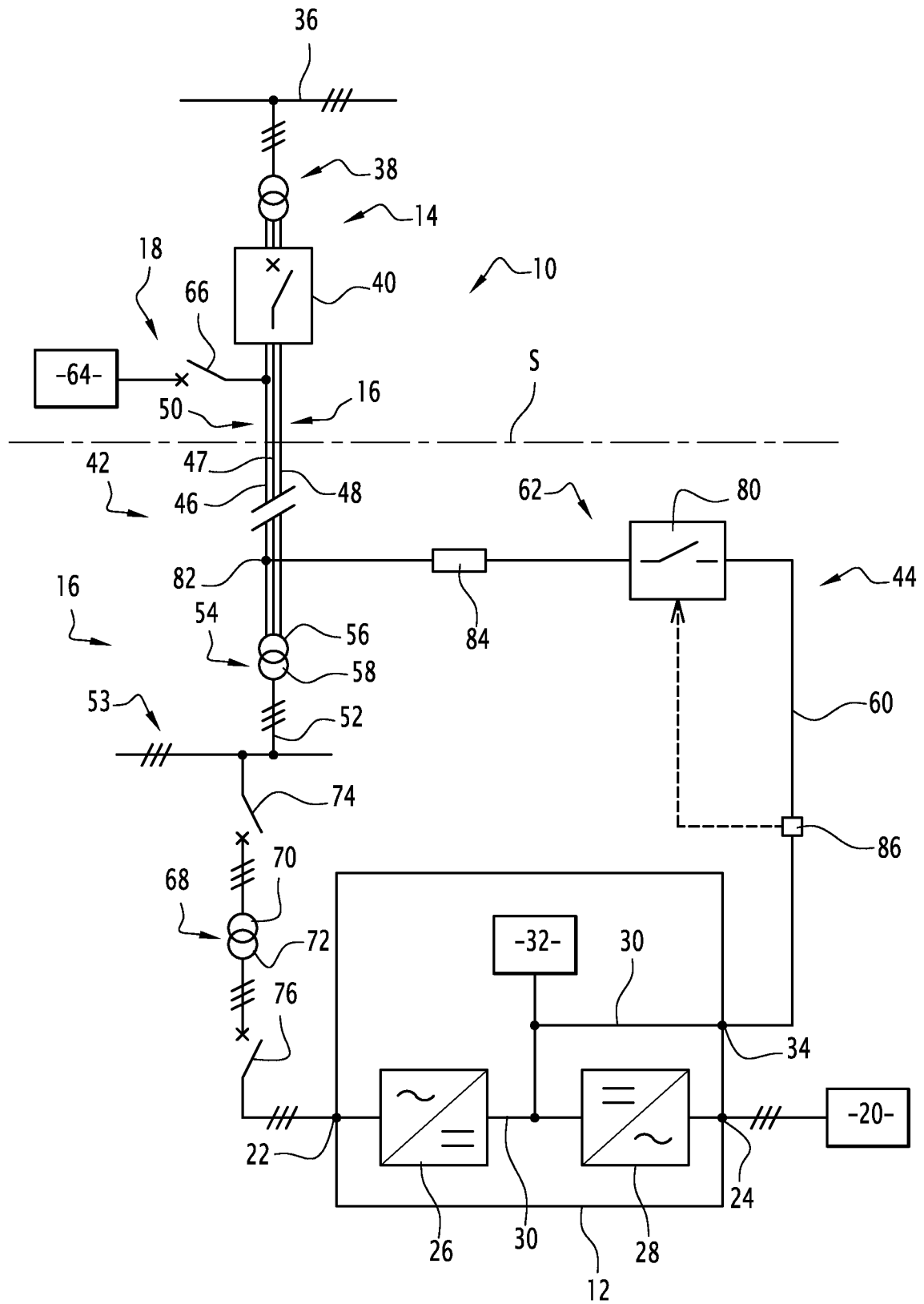


FIG.1

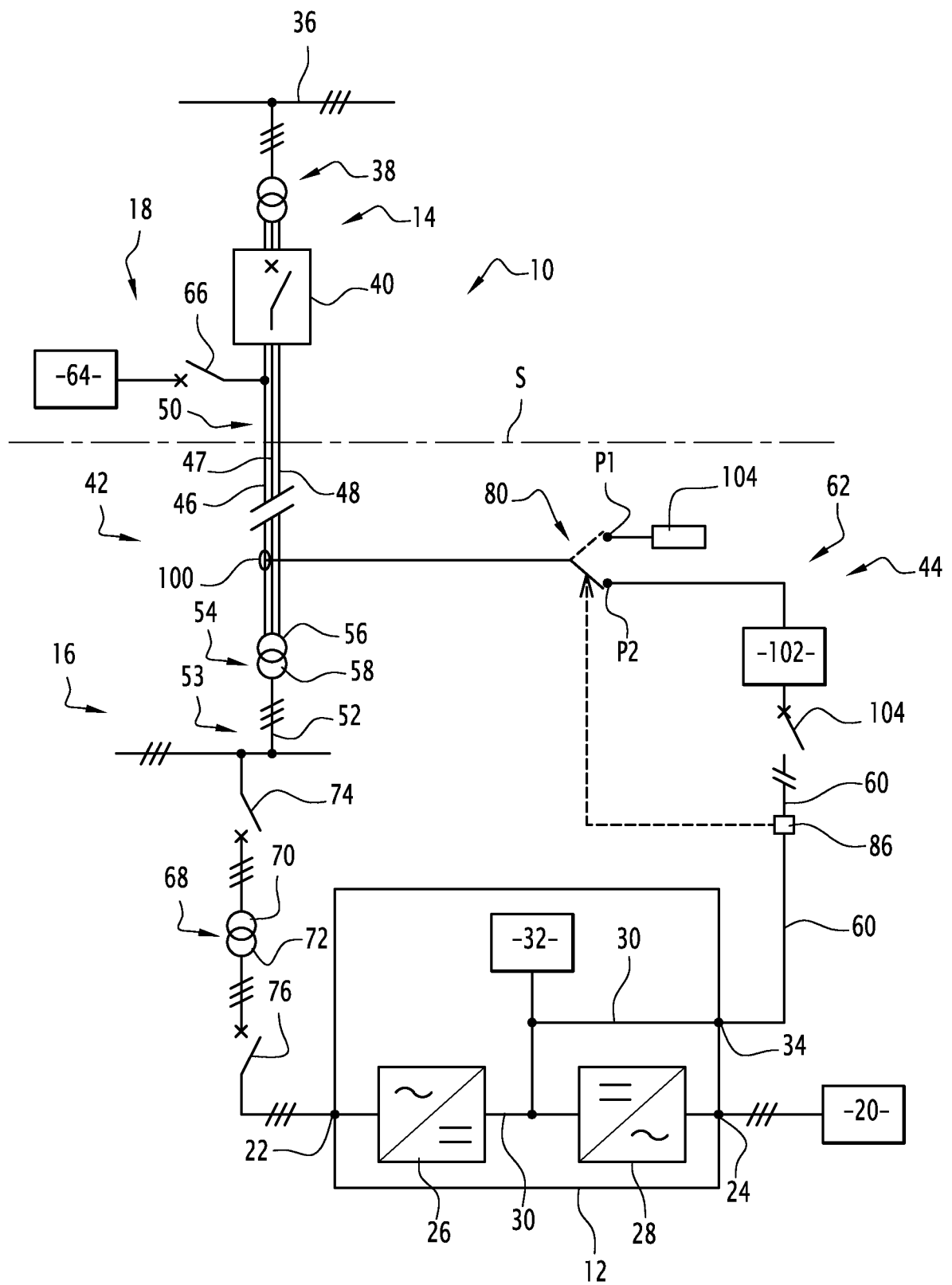


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/064198

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01B7/14 H02G9/02 H02J4/00 H02J5/00 H02J9/06 ADD.														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01B H02J H02G Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2012/097383 A1 (FENTON STEPHEN P [GB]) 26 April 2012 (2012-04-26) cited in the application abstract figure 1</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2007/055594 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 May 2007 (2007-05-18) cited in the application abstract figures 2-4 pages 3-4 claim 1</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">----- -/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	US 2012/097383 A1 (FENTON STEPHEN P [GB]) 26 April 2012 (2012-04-26) cited in the application abstract figure 1	1-15	A	WO 2007/055594 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 May 2007 (2007-05-18) cited in the application abstract figures 2-4 pages 3-4 claim 1	1-15	----- -/-		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	US 2012/097383 A1 (FENTON STEPHEN P [GB]) 26 April 2012 (2012-04-26) cited in the application abstract figure 1	1-15												
A	WO 2007/055594 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 May 2007 (2007-05-18) cited in the application abstract figures 2-4 pages 3-4 claim 1	1-15												
----- -/-														
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report												
1 September 2015		08/09/2015												
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Fiat, Cyrille												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/064198

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/055593 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 May 2007 (2007-05-18) cited in the application abstract page 9, lines 3,4,31-32 page 10, lines 1-10,27-31 figure 3 pages 1-4 claims 1,5 -----	1-15
A	WO 2007/051270 A1 (C A SIMPLER COM E TECNOLOGIA L [BR]; MOREIRA ANTONIO JOSE MANOEL DA [B] 10 May 2007 (2007-05-10) abstract figure 1 pages 1-4 claim 4 -----	1,8,13, 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/064198

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012097383 A1	26-04-2012	AU 2011236133 A1 CN 102561979 A GB 2484809 A SG 180113 A1 US 2012097383 A1	10-05-2012 11-07-2012 25-04-2012 30-05-2012 26-04-2012
WO 2007055594 A1	18-05-2007	NO 325437 B1 WO 2007055594 A1	05-05-2008 18-05-2007
WO 2007055593 A1	18-05-2007	NO 326036 B1 WO 2007055593 A1	01-09-2008 18-05-2007
WO 2007051270 A1	10-05-2007	BR PI0505261 A EP 1949521 A1 WO 2007051270 A1	07-08-2007 30-07-2008 10-05-2007

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064198

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H01B7/14 H02G9/02 H02J4/00 H02J5/00 H02J9/06 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H01B H02J H02G		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2012/097383 A1 (FENTON STEPHEN P [GB]) 26 avril 2012 (2012-04-26) cité dans la demande abrégé figure 1	1-15
A	WO 2007/055594 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 mai 2007 (2007-05-18) cité dans la demande abrégé figures 2-4 pages 3-4 revendication 1	1-15
----- -/--		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 1 septembre 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/09/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Fiat, Cyrille

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2007/055593 A1 (NORSK HYDRO PRODUKSJON A S [NO]; AALVIK GEIR [NO]; BJERKREIM BERNT [NO] 18 mai 2007 (2007-05-18) cité dans la demande abrégé page 9, lignes 3,4,31-32 page 10, lignes 1-10,27-31 figure 3 pages 1-4 revendications 1,5 -----	1-15
A	WO 2007/051270 A1 (C A SIMPLER COM E TECNOLOGIA L [BR]; MOREIRA ANTONIO JOSE MANOEL DA [B] 10 mai 2007 (2007-05-10) abrégé figure 1 pages 1-4 revendication 4 -----	1,8,13, 15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/064198

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012097383 A1	26-04-2012	AU 2011236133 A1 CN 102561979 A GB 2484809 A SG 180113 A1 US 2012097383 A1	10-05-2012 11-07-2012 25-04-2012 30-05-2012 26-04-2012
WO 2007055594 A1	18-05-2007	NO 325437 B1 WO 2007055594 A1	05-05-2008 18-05-2007
WO 2007055593 A1	18-05-2007	NO 326036 B1 WO 2007055593 A1	01-09-2008 18-05-2007
WO 2007051270 A1	10-05-2007	BR PI0505261 A EP 1949521 A1 WO 2007051270 A1	07-08-2007 30-07-2008 10-05-2007