

Description

Titre de l'invention : Gestion de la commutation d'un dispositif de communication sans contact d'un mode d'émulation de carte à un mode pair à pair

- [0001] Des modes de réalisation de l'invention concernent le domaine de la communication sans contact, par exemple la communication en champ proche (NFC), et plus particulièrement la gestion de la commutation entre un mode d'émulation de carte (CE) et un mode pair à pair (P2P).
- [0002] La communication en champ proche, plus connue des personnes du métier sous le nom NFC (de l'anglais *Near Field Communication*), est une technologie de connectivité sans fil qui permet la communication sur une courte distance, par exemple 10 cm, entre des appareils électroniques, comme des cartes à puce sans contact ou des étiquettes ou appareils mobiles, et des lecteurs.
- [0003] La technologie NFC est particulièrement appropriée pour connecter tout type de dispositif d'utilisateur et elle permet des communications rapides et faciles.
- [0004] Un dispositif sans contact est un dispositif capable d'échanger des informations via une antenne avec un lecteur sans contact, selon un protocole de communication sans contact.
- [0005] Un dispositif NFC, qui est un dispositif sans contact, est un dispositif compatible avec la technologie NFC.
- [0006] La technologie NFC est une plateforme de technologie de format ouvert dans ISO / IEC 18092, ISO / IEC 21481, NFC Forum et EMVCo mais elle inclut de nombreuses normes existantes comme les protocoles de Type A et Type B définis dans ISO-14443 ou FeliCA JIS X6319-4 (type F) qui peuvent être des protocoles de communication qui peuvent être utilisés dans la technologie NFC.
- [0007] La technologie sans contact peut aussi être utilisée dans les dispositifs de radio-identification (RFID) compatibles avec les normes ISO 15693 et ISO 18000-3.
- [0008] Lors de la transmission d'informations entre un lecteur et un dispositif, le lecteur génère un champ magnétique via son antenne qui est généralement, dans les normes couramment utilisées, une onde sinusoïdale (la porteuse) à 13,56 MHz.
- [0009] Pour transmettre des informations du lecteur vers le dispositif, le lecteur utilise une modulation d'amplitude de ladite porteuse.
- [0010] Le dispositif comprend un moyen de traitement configuré pour démoduler la porteuse reçue afin d'obtenir les données transmises depuis le lecteur.
- [0011] Pour une transmission d'informations du dispositif vers le lecteur, le lecteur génère le champ magnétique (la porteuse) sans modulation.

- [0012] L'antenne du dispositif module ensuite le champ généré par le lecteur, selon les informations à transmettre. La fréquence de cette modulation correspond à une sous-porteuse de ladite porteuse. La fréquence de cette sous-porteuse dépend du protocole de communication employé et peut être par exemple égale à 848 kHz.
- [0013] Deux modes de fonctionnement sont alors possibles, un mode passif et un mode actif.
- [0014] Dans le mode passif, le dispositif effectue une rétro-modulation, en modifiant la charge reliée aux bornes de l'antenne du dispositif, de l'onde sortant du lecteur pour transmettre les informations et n'intègre pas, pour la transmission des informations, le moyen de transmission lui-même, ou émetteur, capable par exemple de générer son propre champ magnétique pendant la diffusion. Un tel dispositif exempt d'émetteur est appelé dispositif passif, par opposition à un dispositif actif qui comporte un émetteur.
- [0015] Généralement, un dispositif passif est dépourvu d'énergie car il utilise l'onde provenant du lecteur pour alimenter son circuit intégré.
- [0016] Dans le mode de fonctionnement actif, le lecteur et le dispositif actif génèrent tous les deux un champ électromagnétique. En général, ce mode de fonctionnement est utilisé quand le dispositif actif est muni d'une source d'énergie, par exemple une batterie.
- [0017] Chacun des dispositifs NFC (lecteur et dispositif) transmet les données en utilisant un schéma de modulation. Ici encore, la modulation conduit à un effet similaire à la modification de charge et l'on parle alors de communication par modulation active de charge (ALM).
- [0018] En comparaison avec un mode de communication passif, on obtient de plus grandes distances de fonctionnement, allant jusqu'à 20 cm, en fonction du protocole utilisé.
- [0019] De plus, l'utilisation de la modulation active de charge rend possible l'utilisation d'antennes très petites.
- [0020] Il est nécessaire d'employer l'ALM dans le cas où le signal généré par la modulation de charge passive n'est pas suffisamment fort pour être détecté par un lecteur. C'est le cas lorsque l'antenne du dispositif est petite ou située dans un environnement difficile.
- [0021] La plupart des dispositifs de communication sans contact, en particulier les dispositifs compatibles NFC (par exemple les téléphones mobiles, les montres connectées), ont un mode dans lequel ils réalisent une émulation de carte (CE).
- [0022] Récemment, de plus en plus de dispositifs compatibles NFC ont employé la modulation active de charge (ALM) pour améliorer les performances de communication quand ils sont dans le mode CE.
- [0023] Un dispositif de communication sans contact, par exemple un dispositif compatible NFC, comme un téléphone mobile, peut être utilisé aussi dans un mode pair à pair (P2P).

- [0024] La différence entre le mode CE et le mode P2P est illustrée sur les figures 1 et 2.
- [0025] Sur la [fig.1], qui représente le mode CE, le dispositif sans contact démarre dans le mode CE quand il entre dans le champ du lecteur. Quand il démarre dans le mode CE, le dispositif sans contact réalise une synchronisation entre une fréquence de porteuse ALM (par exemple 13,56 MHz) et la fréquence de porteuse du lecteur (par exemple 13,56 MHz), c'est-à-dire un verrouillage du signal de sortie d'un oscillateur commandé du dispositif sans contact sur la phase et la fréquence d'un signal d'horloge fourni par le lecteur.
- [0026] La communication entre le lecteur et le dispositif dans le mode CE nécessite un alignement de phase entre le signal ALM et le signal du lecteur mais aussi une pureté élevée de l'horloge du lecteur pour être apte à décoder la rétro-modulation CE résultant de la réponse du dispositif dans le mode CE.
- [0027] Sur la [fig.2], le dispositif sans contact démarre dans le mode CE, puis passe dans le mode P2P après réception d'une commande spécifique envoyée par le lecteur, que l'on appelle dans ce cas un initiateur P2P.
- [0028] Comme montré sur la [fig.2], une fois que le champ du lecteur est éteint, l'oscillateur commandé du dispositif doit se verrouiller sur une horloge locale en moins de 56 microsecondes.
- [0029] Et dans le mode P2P, il n'y a pas d'émission simultanée du champ du lecteur et du champ du dispositif, l'alignement de phase n'est donc pas nécessaire.
- [0030] Bien que l'on utilise habituellement une boucle à verrouillage de phase pour réaliser la synchronisation susmentionnée au début du fonctionnement dans le mode CE, les dispositifs sans contact classiques sont munis d'une boucle à verrouillage de phase supplémentaire pour passer en moins de 56 microsecondes du mode CE au mode P2P, c'est-à-dire pour se verrouiller sur l'horloge externe.
- [0031] Toutefois, cette solution classique le conduit à accroître la consommation d'énergie car cette boucle à verrouillage de phase supplémentaire est toujours active en mode CE, bien qu'elle ne soit pas utile dans ce mode.
- [0032] Ceci conduit aussi à une augmentation de la surface.
- [0033] De plus, un temps additionnel est nécessaire pour passer d'une boucle à verrouillage de phase à une autre, et les deux boucles à verrouillage de phase peuvent se brouiller.
- [0034] Il existe donc un besoin de proposer une solution qui puisse remédier à ces inconvénients autant que possible.
- [0035] Selon un aspect, un procédé de gestion du fonctionnement d'un dispositif de communication sans contact est proposé.
- [0036] Le dispositif de communication sans contact est configuré pour supporter un mode d'émulation de carte (CE) utilisant la modulation active de charge (ALM) et un mode pair à pair (P2P).

- [0037] Le dispositif de communication sans contact comprend une boucle à verrouillage de phase et une boucle à verrouillage de fréquence ayant en commun le même oscillateur commandé.
- [0038] Le procédé selon cet aspect comprend premièrement un placement du dispositif de communication sans contact dans le mode d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact et un lecteur sans contact.
- [0039] Ce premier placement comprend une synchronisation dans le dispositif sans contact d'une fréquence de porteuse ALM avec une fréquence de porteuse de lecteur en faisant fonctionner au moins ladite boucle à verrouillage de phase.
- [0040] À la réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur, le procédé comprend deuxièmement un placement du dispositif de communication sans contact dans le mode pair à pair, ce deuxième placement comprenant une désactivation de la boucle à verrouillage de phase et un fonctionnement de la boucle à verrouillage de fréquence avec un signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant de ladite fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [0041] Ainsi, le dispositif de communication sans contact est pourvu d'une boucle à verrouillage de phase et d'une boucle à verrouillage de fréquence ayant le même oscillateur commandé commun.
- [0042] Et dans le mode CE on utilise les deux boucles à verrouillage, ou seulement la boucle à verrouillage de phase, tandis que dans le mode P2P, la boucle à verrouillage de phase est désactivée et seule la boucle à verrouillage de fréquence est utilisée.
- [0043] Il n'y a pas besoin d'avoir une boucle à verrouillage de phase supplémentaire avec les inconvénients correspondants susmentionnés, et lors du passage au mode P2P, l'oscillateur commandé commun est déjà étalonné et a la bonne fréquence.
- [0044] Ainsi, le verrouillage de la boucle à verrouillage de fréquence est rapide et a une durée inférieure à 56 microsecondes.
- [0045] La consigne de fréquence peut être la dernière valeur d'un filtre de boucle de la boucle à verrouillage de phase avant la désactivation de cette dernière.
- [0046] Toutefois, afin de réduire la perturbation du signal d'horloge de dispositif délivré par le dispositif due à la fluctuation du mot de commande de la boucle à verrouillage de fréquence juste avant le passage en mode P2P, il pourrait être préférable de stocker la consigne de fréquence souhaitée dans un moyen de mémoire (un registre par exemple) et d'effectuer une commutation sur le registre lors du passage au mode P2P.
- [0047] Selon un mode de réalisation, ledit oscillateur commandé est commandé pour délivrer en sortie un signal d'oscillateur de sortie ayant une fréquence égale à ladite

fréquence de porteuse de lecteur ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur.

- [0048] Par exemple, si la fréquence de lecteur est égale à 13,56 MHz, la fréquence visée du signal d'oscillateur de sortie peut être égale à $64 \times 13,56$ MHz.
- [0049] Ladite consigne de fréquence peut être le rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie et la fréquence dudit signal d'horloge de référence.
- [0050] Le rapport peut être un entier ou avoir une partie décimale.
- [0051] Par exemple, si la fréquence du signal d'horloge de référence est égale à 18,08 MHz, le rapport est un entier égal à 48 ($64 \times 13,56 / 18,08$).
- [0052] Comme indiqué plus haut, dans le premier placement il n'est pas obligatoire de faire fonctionner la boucle à verrouillage de fréquence, mais le signal d'horloge de référence, bien que non utilisé par la boucle à verrouillage de fréquence dans le premier placement, doit être présent lors du passage au mode P2P pour pouvoir être utilisé par la boucle à verrouillage de fréquence.
- [0053] En d'autres termes, selon un mode de réalisation, ledit signal d'horloge de référence est fourni par un moyen de génération d'horloge de référence, par exemple un quartz, et ledit premier placement comprend un non fonctionnement de ladite boucle à verrouillage de fréquence et une activation dudit moyen de génération d'horloge de référence pour qu'il soit prêt à délivrer ledit signal d'horloge de référence à ladite boucle à verrouillage de fréquence pendant ledit deuxième placement.
- [0054] Par exemple, le moyen de génération d'horloge de référence peut être activé au début de l'étape de démarrage du mode CE.
- [0055] Selon un autre mode de réalisation, ladite synchronisation peut comprendre aussi un fonctionnement de la boucle à verrouillage de fréquence avec ledit signal d'horloge de référence.
- [0056] En d'autres termes, dans un tel mode de réalisation, la boucle à verrouillage de phase et la boucle à verrouillage de fréquence fonctionnent dans le premier placement pour réaliser la synchronisation entre la fréquence de porteuse ALM et la fréquence de porteuse de lecteur, c'est-à-dire réaliser une synchronisation en phase et en fréquence entre le signal de sortie de l'oscillateur commandé du dispositif sans contact (et donc le signal d'horloge délivré par le dispositif sans contact) et le signal d'horloge fourni par le lecteur.
- [0057] Comme indiqué plus haut, il n'est pas nécessaire d'avoir une boucle à verrouillage de phase supplémentaire avec les inconvénients correspondants mentionnés ci-dessus, et lors du passage en mode P2P, la boucle à verrouillage de fréquence est déjà étalonnée et établie.
- [0058] En conséquence, quand le mode P2P est activé, il n'y a pas de perturbation du signal d'oscillateur de sortie, et donc de l'horloge de sortie ALM.

- [0059] Il s'agit donc d'une solution plus robuste pour la transition du mode CE au mode P2P.
- [0060] L'architecture du dispositif de communication sans contact comprenant une boucle à verrouillage de phase commutable et une boucle à verrouillage de fréquence permet aussi de configurer le dispositif de communication sans contact en tant qu'initiateur P2P (lecteur P2P).
- [0061] Ainsi, selon un autre aspect, un procédé de gestion du fonctionnement d'un dispositif de communication sans contact est proposé.
- [0062] Comme indiqué plus haut, ledit dispositif de communication sans contact est configuré pour supporter un mode d'émulation de carte (CE) utilisant la modulation active de charge (ALM) et un mode pair à pair (P2P) et comprend une boucle à verrouillage de phase et une boucle à verrouillage de fréquence ayant en commun le même oscillateur commandé.
- [0063] Le procédé selon cet autre aspect comprend une configuration dudit dispositif de communication sans contact en tant que lecteur pair à pair, ladite configuration comprenant une non utilisation de ladite boucle à verrouillage de phase et un fonctionnement de ladite boucle à verrouillage de fréquence avec un signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur souhaitée, par exemple 13,56 MHz, et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [0064] Comme indiqué plus haut et selon un mode de réalisation, ledit oscillateur commandé est commandé pour délivrer un signal d'oscillateur de sortie ayant une fréquence égale à ladite fréquence de porteuse de lecteur souhaitée ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur souhaitée, et ladite consigne de fréquence est un rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie et la fréquence dudit signal d'horloge de référence.
- [0065] Quel que soit l'aspect, le procédé peut comprendre un stockage de la consigne de fréquence dans un moyen de mémoire.
- [0066] Selon un autre aspect, il est proposé un dispositif de communication sans contact configuré pour supporter un mode d'émulation de carte (CE) utilisant la modulation active de charge (ALM) et un mode pair à pair (P2P) et comprenant un module configurable commandable comportant une boucle à verrouillage de phase et une boucle à verrouillage de fréquence ayant en commun le même oscillateur commandé.
- [0067] Ledit module a une première configuration d'émulation de carte dans laquelle la boucle à verrouillage de phase fonctionne et la boucle à verrouillage de fréquence fonctionne avec ledit signal d'horloge de référence, pour synchroniser une fréquence de porteuse ALM avec une fréquence de porteuse de lecteur, et une première configuration pair à pair dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence

fonctionne avec le signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence.

- [0068] Un moyen de commande est configuré pour mettre le module configurable dans la deuxième configuration d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact et un lecteur sans contact, et pour mettre le module configurable dans la première configuration pair à pair après réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur.
- [0069] Selon un autre aspect un dispositif de communication sans contact est proposé, qui est configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge (ALM) et un mode pair à pair.
- [0070] Le dispositif de communication sans contact comprend un module configurable commandable comportant une boucle à verrouillage de phase et une boucle à verrouillage de fréquence ayant en commun le même oscillateur commandé.
- [0071] Ledit module a une deuxième configuration d'émulation de carte dans laquelle seule la boucle à verrouillage de phase fonctionne pour synchroniser une fréquence de porteuse ALM avec une fréquence porteuse de lecteur, et une première configuration pair à pair dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence fonctionne avec un signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [0072] Le dispositif de communication sans contact comprend également un moyen de commande configuré pour mettre le module configurable dans la deuxième configuration d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact et un lecteur sans contact, et pour mettre le module configurable dans la première configuration pair à pair après réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur.
- [0073] Selon un mode de réalisation, le dispositif de communication sans contact comprend en outre un moyen de génération d'horloge de référence configuré, lorsqu'il est activé, pour fournir ledit signal d'horloge de référence, et ledit moyen de commande est configuré, quand le module est mis dans la deuxième configuration d'émulation de carte, pour activer ledit moyen de génération d'horloge de référence pour qu'il soit prêt à délivrer ledit signal d'horloge de référence à ladite boucle à verrouillage de fréquence quand le module passe dans sa première configuration P2P.
- [0074] Selon un autre aspect il est proposé un dispositif de communication sans contact, configuré pour supporter un mode d'émulation de carte (CE) utilisant la modulation active de charge (ALM) et un mode pair à pair (P2P) et comprenant un module

- configurable commandable comportant une boucle à verrouillage de phase et une boucle à verrouillage de fréquence ayant en commun le même oscillateur commandé.
- [0075] Ledit module a une deuxième configuration P2P dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence fonctionne avec un signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur souhaitée et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [0076] Un moyen de commande est configuré pour mettre le module configurable dans la deuxième configuration pair à pair pour faire agir le dispositif de communication sans contact en tant que lecteur pair à pair.
- [0077] Selon un mode de réalisation, ledit oscillateur commandé est configuré pour délivrer un signal d'oscillateur de sortie ayant une fréquence égale à la fréquence de porteuse de lecteur ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur, et ladite consigne de fréquence est un rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie et la fréquence dudit signal d'horloge de référence.
- [0078] Le dispositif de communication sans contact peut comprendre un moyen de mémoire pour stocker la consigne de fréquence.
- [0079] Le dispositif de communication sans contact peut être un téléphone mobile, une tablette, une montre connectée, un dispositif IOT (internet des objets), ou n'importe quel autre dispositif de communication alimenté par une batterie, sans que ces exemples ne soient limitatifs.
- [0080] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de modes de réalisation et de leur mise en œuvre, qui ne sont en aucun cas limitatifs, et à l'examen des dessins annexés, dans lesquels :
- [0081] [fig.1], déjà décrite, concerne le mode CE,
- [0082] [fig.2], déjà décrite, concerne le mode P2P, et
- [0083] [fig.3]
- [0084] [fig.4]
- [0085] [fig.5]
- [0086] [fig.6]
- [0087] [fig.7]
- [0088] [fig.8]
- [0089] [fig.9]
- [0090] [fig.10] illustrent des modes de réalisation de l'invention.
- [0091] Sur la [fig.3], la référence DV désigne un dispositif de communication sans contact, par exemple un téléphone cellulaire mobile, comprenant une antenne ANT pour les communications téléphoniques.
- [0092] Ce téléphone est également configuré pour supporter un mode d'émulation de carte, appelé mode CE, utilisant la modulation active de charge, appelée ALM, et un mode

pair à pair, appelé mode P2P.

- [0093] Dans le mode CE et dans le mode P2P, le dispositif sans contact DV communique avec un lecteur sans contact RD par l'intermédiaire d'antennes respectives, par exemple des antennes NFC, ANT1 et ANT2.
- [0094] Le dispositif sans contact DV comprend un circuit d'adaptation d'impédance classique MTC relié à son antenne ANT1 ainsi qu'un filtre EMI classique (filtre anti-interférence électromagnétique) EMIF relié au circuit d'adaptation d'impédance MTC.
- [0095] Le filtre EMIF est néanmoins optionnel.
- [0096] Le filtre EMIF est couplé à deux bornes de sortie RFO1 et RFO2 et à deux bornes d'entrée RFI1 et RFI2.
- [0097] Le dispositif sans contact DV comprend en outre un moyen de réception RXM ayant les deux bornes d'entrée RFI1 et RFI2 et configuré pour traiter le signal de radio-fréquence (RF) délivré par le filtre EMIF.
- [0098] Le moyen de réception RXM, réalisé par exemple par un processeur et/ou des circuits logiques, comprend un extracteur d'horloge classique CLXTR configuré pour extraire du signal RF reçu par le moyen de réception RXM, un signal d'horloge CLEX qui est le signal d'horloge du lecteur.
- [0099] Ce signal d'horloge de lecteur CLEX a par exemple une fréquence égale à 13,56 MHz à l'intérieur d'une plage de tolérance (par exemple +/- 7 KHz).
- [0100] Le moyen de réception RXM comprend également un moyen de traitement PRM configuré pour traiter les données contenues dans le signal RF.
- [0101] Le moyen de réception RXM comprend également un moyen de commande CTRLM, configuré pour délivrer un signal de commande CTLSG pour configurer un module configurable MD.
- [0102] Le dispositif sans contact comprend aussi un moyen de transmission TXM, connu en soi, ayant les deux bornes de sortie RFO1 et RFO2 et configuré pour traiter les données à transmettre au lecteur RD.
- [0103] Le moyen de transmission TXM reçoit également un signal d'horloge de dispositif DVCLK ayant aussi, quand il est synchronisé sur le signal de lecteur CLEX, la fréquence égale à 13,56 MHz avec ladite plage de tolérance.
- [0104] Le module configurable MD comprend une boucle à verrouillage de phase PLL et une boucle à verrouillage de fréquence FLL ayant en commun le même oscillateur commandé DCO.
- [0105] Cet oscillateur DCO, par exemple un oscillateur en anneau, est ici un oscillateur à commande numérique, mais il pourrait aussi être un oscillateur commandé en tension.
- [0106] Dans cet exemple, l'oscillateur commandé DCO est configuré pour délivrer un signal d'oscillateur DCOS ayant une fréquence égale à $N \cdot 13,56$ MHz. N est de préférence un entier supérieur ou égal à 1, par exemple égal à 64.

- [0107] N pourrait être aussi une fraction avantageusement en association avec un convertisseur sigma-delta pour récupérer la valeur moyenne.
- [0108] Dans le mode de réalisation décrit, la boucle à verrouillage de phase PLL comprend un intégrateur INT1, un filtre de boucle LF1, l'oscillateur commandé DCO et un premier compteur CNT1 qui reçoit d'une part le signal d'oscillateur de sortie DCOS et d'autre part le signal d'horloge de lecteur CLEX.
- [0109] La sortie du premier compteur CNT1 est réinjectée sur la sortie de l'intégrateur INT1 via un premier additionneur ADD1.
- [0110] Dans le texte ci-dessous, en utilisant les termes de façon non rigoureuse par rapport au langage normalement utilisé par l'homme du métier, le terme « additionneur » englobe la fonction de « sommation » ou la fonction de « soustraction », selon les signes + ou – apparaissant aux entrées de l'additionneur.
- [0111] Par ailleurs, en option, un additionneur ADD3 permet d'ajouter un déphasage POFS, qui représente le déphasage provoqué par le moyen placé entre l'antenne ANT1 et la boucle à verrouillage de phase PLL.
- [0112] La boucle à verrouillage de fréquence FLL comprend ici un filtre de boucle LF2, l'oscillateur commandé DCO, un deuxième compteur CNT2 recevant sur une extrémité le signal d'oscillateur de sortie DCOS et sur une autre extrémité un signal d'horloge de référence XOCLK délivré par un moyen de génération d'horloge de référence RGM, par exemple un quartz.
- [0113] Les deux filtres de boucle LF1 et LF2 sont ici des filtres qui ont une structure classique (intégrant généralement des filtres de stabilisation) et, afin d'éviter dans la mesure du possible tout problème de stabilité, conçus de préférence de telle manière que la fréquence de coupure de la boucle FLL est supérieure à la fréquence de coupure de la boucle PLL. Ainsi les réponses temporelles des deux boucles PLL et FLL sont pilotées par la boucle PLL.
- [0114] La sortie du compteur CNT2 est réinjectée à l'entrée du filtre de boucle LF2 via un filtre de dérivée DRF et un additionneur ADD2.
- [0115] Dans le cas présent, tandis que la sortie du premier compteur CNT1 délivre la différence de phase entre les signaux DCOS et CLEX, une des bascules du compteur CNT1 permet la fourniture du signal d'horloge de dispositif DVCLK, dont la fréquence est divisée par N, par exemple ici 64, en relation avec la fréquence du signal DCOS de façon à obtenir la fréquence de 13,56 MHz avec ladite plage de tolérance.
- [0116] On pourrait cependant aussi utiliser un diviseur en parallèle avec le compteur CNT1 pour réaliser cette division par N.
- [0117] Comme représenté de façon schématique sur la [fig.3], le module configurable MD comprend ici un multiplexeur MX commandé par le signal de commande CTLSG et ayant une première entrée reliée à la sortie du filtre de boucle LF1 et une deuxième

entrée reliée à un registre RG configuré pour stocker un dit point de fréquence FR.

- [0118] La sortie du multiplexeur est reliée à l'additionneur ADD2.
- [0119] En fonction de la valeur du signal de commande CTLSG, soit les deux boucles à verrouillage de phase, la boucle PLL et la boucle FLL, fonctionnent, soit seule la boucle à verrouillage de fréquence FLL fonctionne.
- [0120] Ceci est illustré plus en détail sur les figures 4 et 5.
- [0121] Comme illustré également sur la [fig.3], le module MD comprend aussi un moyen d'étalonnage CLM et un moyen de commande d'oscillateur CTRLD couplé à l'oscillateur de commande DCO.
- [0122] Le moyen d'étalonnage reçoit dans cet exemple un signal d'étalonnage DCOT.
- [0123] Un exemple de ce moyen est représenté schématiquement sur la [fig.4].
- [0124] Plus précisément, le moyen d'étalonnage CLM comprend essentiellement une source de courant commandée par le signal d'étalonnage DCOT.
- [0125] La fonction du moyen d'étalonnage est de recentrer la fréquence de l'oscillateur de sortie DCO autour de $64 \times 13,56$ MHz de sorte que le moyen de commande d'oscillateur CTRLD qui reçoit un mot de commande DCO_CTRL, par exemple sur 9 bits, de la sortie du filtre LF2, peut finalement suivre la fréquence de sortie de $64 \times 13,56$ MHz grâce aux boucles PLL et FLL.
- [0126] Plus précisément, le signal d'étalonnage DCOT permet de réaliser un centrage de la fréquence d'oscillateur afin de viser la fréquence de 13,56 MHz dans la plage de commande de l'oscillateur DCO.
- [0127] On se réfère à présent à la [fig.5] qui représente (en traits gras) une configuration du module MD obtenue quand le signal de commande CTLSG a la valeur « 0 ».
- [0128] Dans ce cas, les deux boucles à verrouillage de phase, PLL et FLL, fonctionnent.
- [0129] Ceci correspond à une première configuration d'émulation de carte du module MD.
- [0130] Cette première configuration d'émulation de carte est appliquée au début d'une communication entre le lecteur RD et le dispositif sans contact DV.
- [0131] Dans cette première configuration CE, la boucle à verrouillage de fréquence FLL fonctionne avec le signal d'horloge de référence XOCLK.
- [0132] Dans cette première configuration CE, une synchronisation est réalisée entre la fréquence de porteuse de lecteur et la fréquence de porteuse ALM. Plus précisément, cette synchronisation est une synchronisation du signal d'oscillateur de sortie DCOS, et donc du signal d'horloge de dispositif DVCLK, sur la phase et la fréquence du signal d'horloge de lecteur CLEX.
- [0133] Au début de la synchronisation, l'oscillateur de commande est étalonné par le moyen d'étalonnage CLM en utilisant le signal d'étalonnage DCOT afin de recentrer la fréquence du signal d'oscillateur de sortie autour de $64 \times 13,56$ MHz, et après cela, une commande fine est réalisée par le moyen de commande CTRLD comme expliqué en

référence à la [fig.4].

- [0134] Pendant cette synchronisation, les deux boucles PLL et FLL fonctionnent simultanément mais seule la boucle PLL verrouille l'oscillateur DCO. En conséquence, le signal d'oscillateur de sortie DCOS est verrouillé en phase et en fréquence par la boucle PLL sur le signal d'horloge de lecteur CLEX. Comme la stabilité des deux boucles PLL et FLL est assurée par les deux filtres de boucle LF1 et LF2, le rapport de fréquence entre la fréquence du signal DCOS et la fréquence du signal de référence XOCLK, obtenu à la sortie du filtre LF1, agit comme un mot de commande pour la boucle à verrouillage de fréquence FLL.
- [0135] Lorsque le lecteur envoie une commande spécifique (par exemple une commande appelée ATR_REQ dans la norme ISO-18092), pour amorcer une communication dans un mode P2P, le moyen de commande CTRLM fait passer la valeur du signal de commande CTLSG à 1 de sorte que, comme représenté sur la [fig.6], la boucle PLL est désactivée et seule la boucle FLL fonctionne avec le signal d'horloge de référence XOCLK.
- [0136] Ceci correspond à une première configuration P2P.
- [0137] Le champ du lecteur est coupé.
- [0138] En outre, la consigne de fréquence FR stockée dans le registre RG, qui correspond au rapport entre la fréquence du signal d'oscillateur de sortie DCOS et la fréquence du signal d'horloge de référence XOCLK (rapport égal à 48 ici) est délivrée à la boucle FLL.
- [0139] Comme la boucle FLL était déjà établie dans le premier mode de configuration CE, le dispositif DV est prêt à communiquer en mode P2P en moins de 56 μ s, en fait instantanément, car lors du passage dans le mode P2P, le temps de verrouillage de la boucle FLL, qui est déjà établie, est nul ou quasi nul.
- [0140] En d'autres termes, aucun intervalle de temps supplémentaire n'est nécessaire car la boucle FLL est déjà verrouillée et le dispositif DV est déjà prêt à poursuivre dans le mode P2P.
- [0141] Le repérage des erreurs de phase dues au bruit conduit la boucle PLL à faire fluctuer le mot de commande susmentionné de la boucle FLL. En outre, au cours de l'émission du lecteur, la modulation du champ perturbe l'horloge extraite du champ, de sorte que la commande de la boucle FLL fluctue précisément avant le passage au mode P2P, d'où l'intérêt de préférer la consigne de fréquence idéale de la boucle FLL provenant d'un registre (ici le registre RG) plutôt que de conserver la dernière valeur du filtre de boucle LF1 qui pourrait être trop perturbée. Toutefois, le maintien de cette dernière valeur du filtre LF1 pour commander la boucle FLL dans le mode P2P reste faisable.
- [0142] On se réfère maintenant plus particulièrement à la [fig.7] qui illustre un autre mode de réalisation d'un dispositif DV selon l'invention.

- [0143] Dans ce mode de réalisation, le multiplexeur MX de la [fig.3] est remplacé par un premier multiplexeur MX1 et un deuxième multiplexeur MX2.
- [0144] Plus précisément, le premier multiplexeur MX1 a une première entrée reliée à la sortie du filtre de boucle LF1 et une deuxième entrée reliée à la sortie du filtre de boucle LF2. La sortie du premier multiplexeur MX1 est reliée au moyen de commande d'oscillateur CTRLD.
- [0145] Le deuxième multiplexeur MX2 a une première entrée reliée au filtre de boucle LF1 et une deuxième entrée reliée au registre RG stockant ledit point de fréquence FR. La sortie du deuxième multiplexeur MX2 est reliée à l'additionneur ADD2.
- [0146] Dans le mode CE, au début de la communication avec le lecteur RD, le signal de commande CTLSG délivré par le moyen de commande CTRLM a la valeur 0, ce qui correspond à la configuration représentée sur la [fig.8].
- [0147] Ceci est une deuxième configuration CE.
- [0148] On peut voir dans cette deuxième configuration CE que seule la boucle PLL fonctionne (la boucle FLL ne fonctionne pas).
- [0149] Ici encore, la synchronisation réalisée par le dispositif sans contact conduit à une synchronisation de l'horloge du dispositif DVCLK sur la phase et la fréquence du signal d'horloge de lecteur CLEX.
- [0150] Lors du passage au mode P2P après réception de la commande spécifique ATR_REQ, le signal de commande CTLSG prend la valeur 1 qui mène encore à la première configuration P2P illustrée sur la [fig.9].
- [0151] Plus précisément, dans cette première configuration P2P, la boucle PLL est désactivée et seule la boucle FLL fonctionne, avec le signal d'horloge de référence XOCLK et le point de fréquence FR stockée dans le registre RG.
- [0152] On notera que, alors que sur la [fig.8], le signal d'horloge de référence XOCLK n'est pas utilisé par la boucle FLL car la boucle FLL n'est pas active, il est nécessaire que ce signal d'horloge de référence soit prêt lors du passage à la première configuration P2P représentée sur la [fig.9].
- [0153] À cet effet, au début de la synchronisation réalisée sur la [fig.8], le moyen de génération de référence RGM peut être activé (flèche ARW) afin qu'il soit prêt à délivrer le signal d'horloge de référence XOCLK lors du passage au mode P2P.
- [0154] Dans ce mode de réalisation, comme la fréquence de l'oscillateur DCO a été étalonnée sur la fréquence ciblée à la fin de la phase de synchronisation, le dispositif DV est de nouveau prêt à passer dans le mode P2P en moins de 56 μ s, par exemple en 12 μ s.
- [0155] Néanmoins dans le mode de réalisation des figures 3, 5 et 6, il n'y a pas de perturbation de l'horloge de sortie de l'ALM lors du passage au mode P2P, alors qu'une légère perturbation peut se produire dans le mode de réalisation des figures 7 à 9.

- [0156] Le mode de réalisation des figures 3, 5 et 6 est donc plus robuste que le mode de réalisation des figures 7 à 9 pour cette transition du mode CE au mode P2P.
- [0157] L'architecture du dispositif sans contact, qui comprend un module configurable MD comportant les deux boucles PLL et FLL est aussi compatible avec une configuration du dispositif sans contact comme initiateur P2P (lecteur P2P).
- [0158] Par exemple, la [fig.10] est une deuxième configuration P2P dans laquelle le dispositif DV agit en tant qu'initiateur P2P pour communiquer avec un autre dispositif sans contact DV2, par exemple un autre téléphone mobile.
- [0159] La [fig.10] correspond ici au mode de réalisation de la [fig.3], quand le signal de commande CTLSG prend la valeur 1.
- [0160] Ainsi, seule la boucle FLL fonctionne avec le signal d'horloge de référence XOCLK et le point de fréquence souhaitée FR stockée dans le registre RG, ce qui conduit à la fourniture du signal d'horloge de dispositif DVCLK ayant une fréquence égale à la fréquence souhaitée (13,56 MHz).

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de gestion du fonctionnement d'un dispositif de communication sans contact, ledit dispositif de communication sans contact (DV) étant configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge –ALM- et un mode pair à pair et comprenant une boucle à verrouillage de phase (PLL) et une boucle à verrouillage de fréquence (FLL) ayant en commun le même oscillateur commandé (DCO), ledit procédé comprenant un premier placement du dispositif de communication sans contact dans le mode d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact (DV) et un lecteur sans contact (RD), ledit premier placement comprenant une synchronisation dans le dispositif sans contact (DV) d'une fréquence de porteuse ALM (DVCLK) avec une fréquence de porteuse de lecteur (CLEX) en faisant fonctionner au moins ladite boucle à verrouillage de phase (PLL), et à la réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur, le procédé comprend un deuxième placement du dispositif de communication sans contact dans le mode pair à pair, le deuxième placement comprenant une désactivation de la boucle à verrouillage de phase (PLL) et un fonctionnement de la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) avec un signal d'horloge de référence (XOCLK) et une consigne de fréquence (FR) dépendant de ladite fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel ledit oscillateur commandé (DCO) est commandé pour délivrer en sortie un signal d'oscillateur de sortie ayant une fréquence égale à ladite fréquence de porteuse de lecteur ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur, et ladite consigne de fréquence est le rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie (DCOS) et la fréquence dudit signal d'horloge de référence (XOCLK).
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit signal d'horloge de référence est fourni par un moyen de génération d'horloge de référence (RGM), dans lequel le premier placement comprend une désactivation de ladite boucle à verrouillage de fréquence (FLL) et une activation (ARW) dudit moyen de génération d'horloge de référence pour qu'il soit prêt à délivrer ledit signal

- d'horloge de référence à ladite boucle à verrouillage de fréquence pendant ledit deuxième placement.
- [Revendication 4] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel ladite synchronisation comprend aussi un fonctionnement de la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) avec ledit signal d'horloge de référence (XOCLK).
- [Revendication 5] Procédé de gestion du fonctionnement d'un dispositif de communication sans contact, ledit dispositif de communication sans contact étant configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge –ALM- et un mode pair à pair et comprenant une boucle à verrouillage de phase (PLL) et une boucle à verrouillage de fréquence (FLL) ayant en commun le même oscillateur commandé (DCO), ledit procédé comprenant une configuration dudit dispositif de communication sans contact (DV) en tant que lecteur pair à pair, ladite configuration comprenant une non utilisation de ladite boucle à verrouillage de phase (PLL) et un fonctionnement de ladite boucle à verrouillage de fréquence (FLL) avec un signal d'horloge de référence (XOCLK) et une consigne de fréquence (FR) dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur souhaitée et de la fréquence du signal d'horloge de référence.
- [Revendication 6] Procédé selon la revendication 5, dans lequel ledit oscillateur commandé est commandé pour délivrer en sortie un signal d'oscillateur de sortie (DCOS) ayant une fréquence égale à ladite fréquence de porteuse de lecteur souhaitée ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur souhaitée, et ladite consigne de fréquence est le rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie et la fréquence dudit signal d'horloge de référence.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un stockage de la consigne de fréquence (FR) dans un moyen de mémoire (RG).
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de communication sans contact (DV) comprend un téléphone mobile.
- [Revendication 9] Dispositif de communication sans contact configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge –ALM- et un mode pair à pair et comprenant :
- un module configurable commandable (MD) comportant une boucle à verrouillage de phase (PLL) et une boucle à verrouillage de fréquence (FLL) ayant en commun le même oscillateur commandé (DCO), ledit

module (MD) ayant une première configuration d'émulation de carte dans laquelle la boucle à verrouillage de phase (PLL) fonctionne et la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) fonctionne avec un signal d'horloge de référence (XOCLK), pour synchroniser une fréquence de porteuse ALM (DVCLK) avec une fréquence de porteuse de lecteur (CLEX), et une première configuration pair à pair dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) fonctionne avec ledit signal d'horloge de référence et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence,

- un moyen de commande (CTRLM) configuré pour mettre le module configurable dans la première configuration d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact (DV) et un lecteur sans contact (RD), et pour mettre le module configurable dans la première configuration pair à pair après réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur.

[Revendication 10]

Dispositif de communication sans contact configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge-ALM- et un mode pair à pair et comprenant :

- un module configurable commandable (MD) comportant une boucle à verrouillage de phase (PLL) et une boucle à verrouillage de fréquence (FLL) ayant en commun le même oscillateur commandé (DCO), ledit module ayant une deuxième configuration d'émulation de carte dans laquelle seule la boucle à verrouillage de phase (PLL) fonctionne pour synchroniser une fréquence de porteuse ALM avec une fréquence de porteuse de lecteur, et une première configuration pair à pair dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) fonctionne avec un signal d'horloge de référence (XOCLK) et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur et de la fréquence du signal d'horloge de référence,

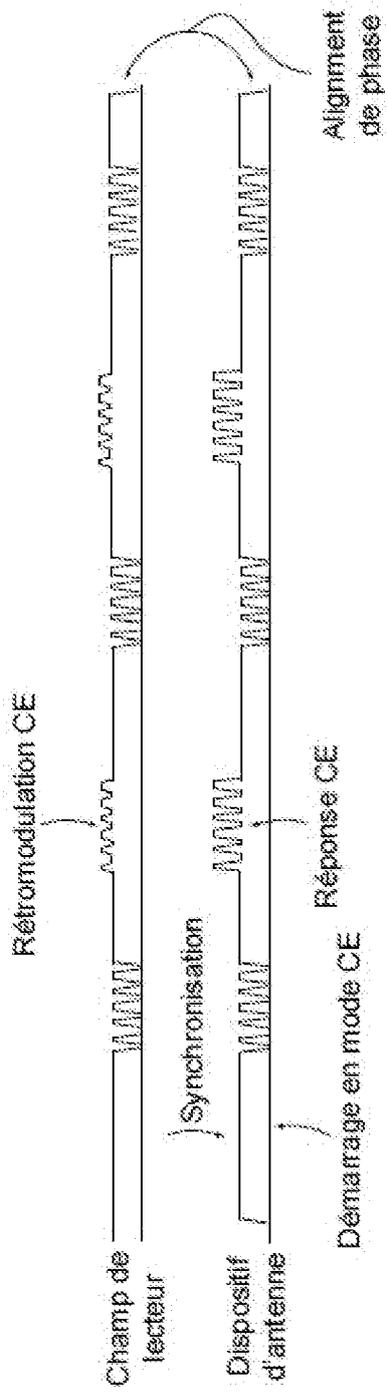
- un moyen de commande (CTRLM) configuré pour mettre le module configurable dans la deuxième configuration d'émulation de carte au début d'une communication entre ledit dispositif de communication sans contact et un lecteur sans contact, et pour mettre le module configurable dans la première configuration pair à pair après réception par le dispositif de communication sans contact d'une indication envoyée par

le lecteur indiquant une autre communication dans un mode pair à pair avec ledit lecteur.

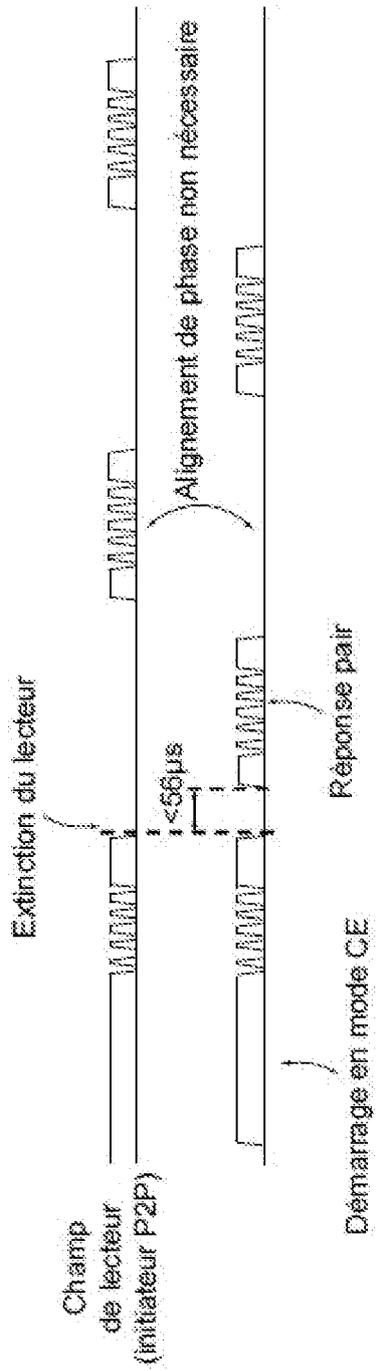
- [Revendication 11] Dispositif de communication sans contact selon la revendication 10, comprenant en outre un moyen de génération d'horloge de référence (RGM) configuré, quand il est activé, pour fournir ledit un signal d'horloge de référence (XOCLK), dans lequel ledit moyen de commande est configuré, quand le module est mis dans la deuxième configuration d'émulation de carte, pour activer ledit moyen de génération d'horloge de référence (RGM) pour qu'il soit prêt à délivrer ledit signal d'horloge de référence à ladite boucle à verrouillage de fréquence (FLL) quand le module passe dans sa première configuration pair à pair.
- [Revendication 12] Dispositif de communication sans contact configuré pour supporter un mode d'émulation de carte utilisant la modulation active de charge –ALM- et un mode pair à pair et comprenant :
- un module configurable commandable (MD) comportant une boucle à verrouillage de phase (PLL) et une boucle à verrouillage de fréquence (FLL) ayant en commun le même oscillateur commandé (DCO), ledit module ayant une deuxième configuration pair à pair dans laquelle seule la boucle à verrouillage de fréquence (FLL) fonctionne avec un signal d'horloge de référence (XOCLK) et une consigne de fréquence dépendant d'une fréquence de porteuse de lecteur souhaitée et de la fréquence du signal d'horloge de référence,
 - un moyen de commande (CTRLM) configuré pour mettre le module configurable dans la deuxième configuration pair à pair pour faire agir le dispositif de communication sans contact (DV) en tant que lecteur pair à pair.
- [Revendication 13] Dispositif de communication sans contact selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel ledit oscillateur commandé (DCO) est configuré pour délivrer un signal d'oscillateur de sortie (DCOS) ayant une fréquence égale à la fréquence de porteuse de lecteur ou à un multiple de ladite fréquence de porteuse de lecteur, et ladite consigne de fréquence est un rapport entre la fréquence dudit signal d'oscillateur de sortie et la fréquence dudit signal d'horloge de référence.
- [Revendication 14] Dispositif de communication sans contact selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, comprenant un moyen de mémoire (RG) pour stocker la consigne de fréquence.
- [Revendication 15] Dispositif de communication sans contact selon l'une quelconque des

revendications 9 à 14, comprenant un téléphone mobile.

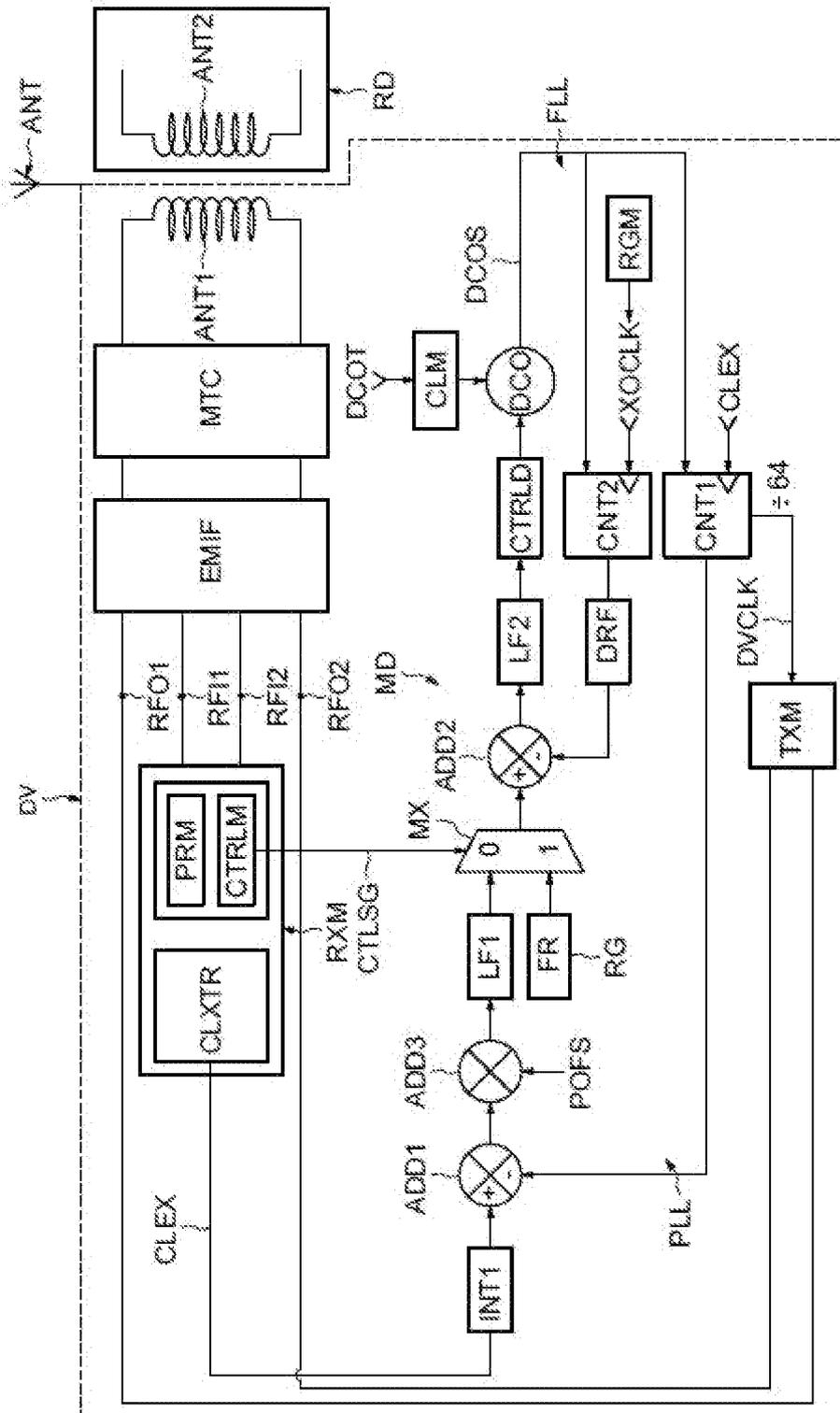
[Fig. 1]



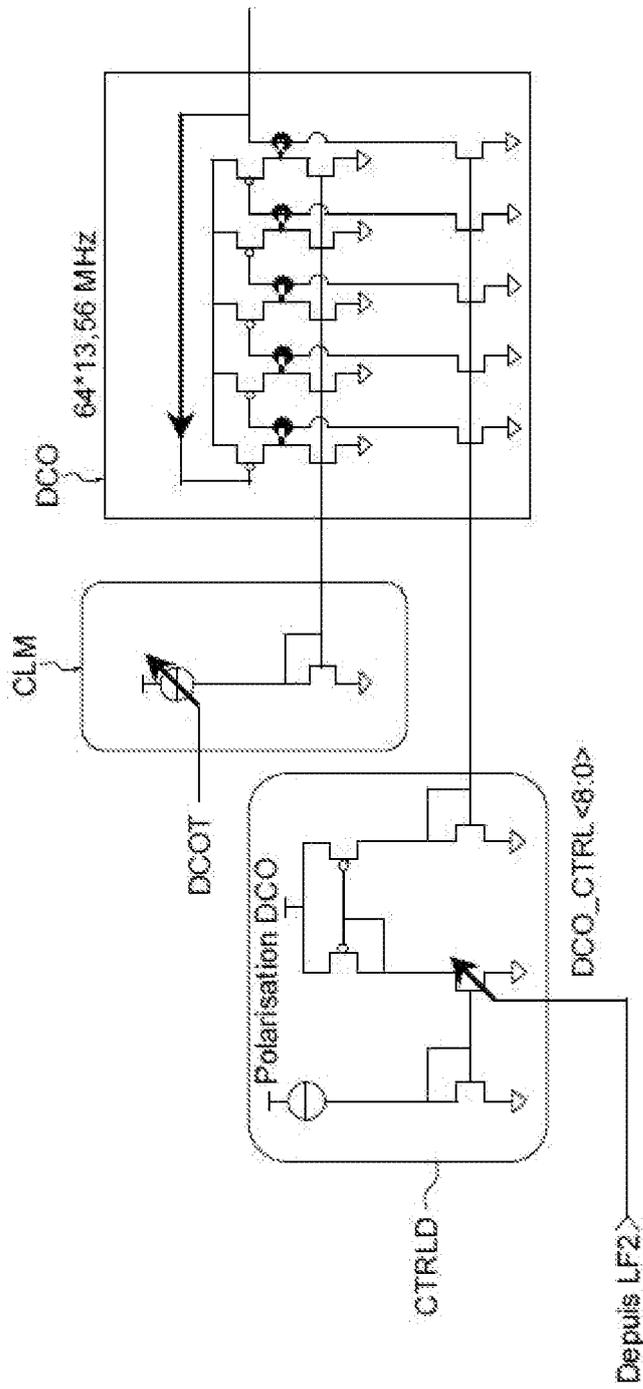
[Fig. 2]



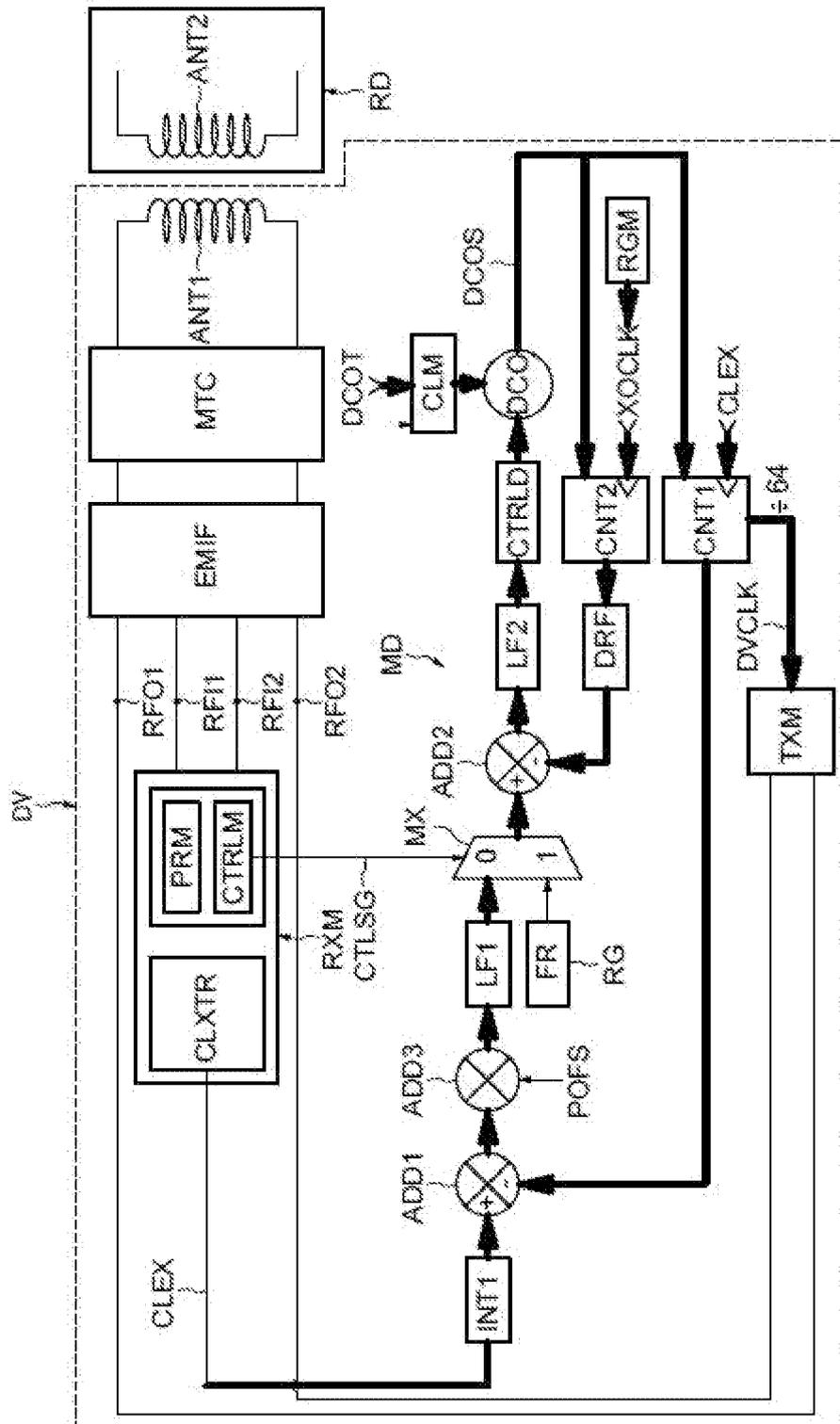
[Fig. 3]



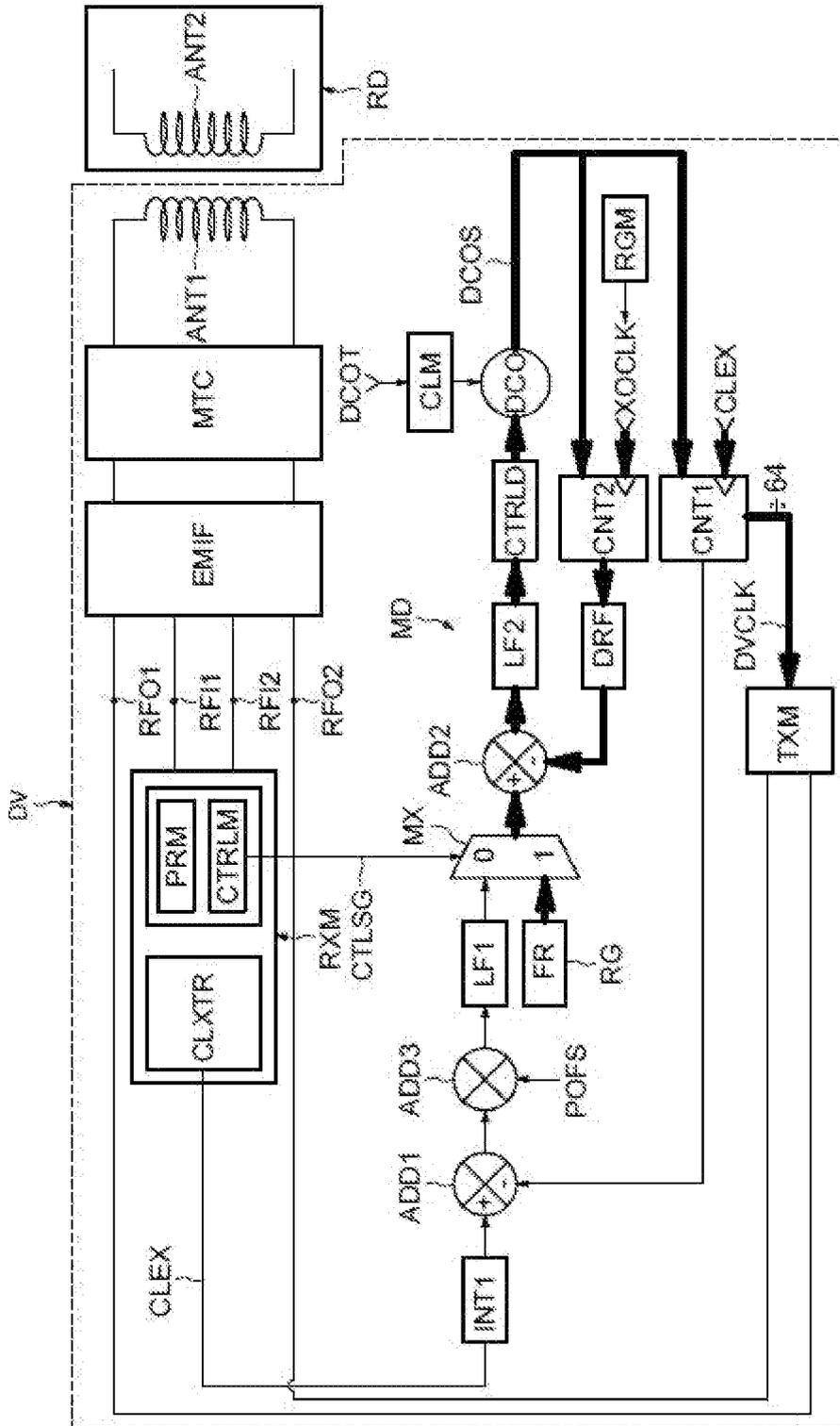
[Fig. 4]



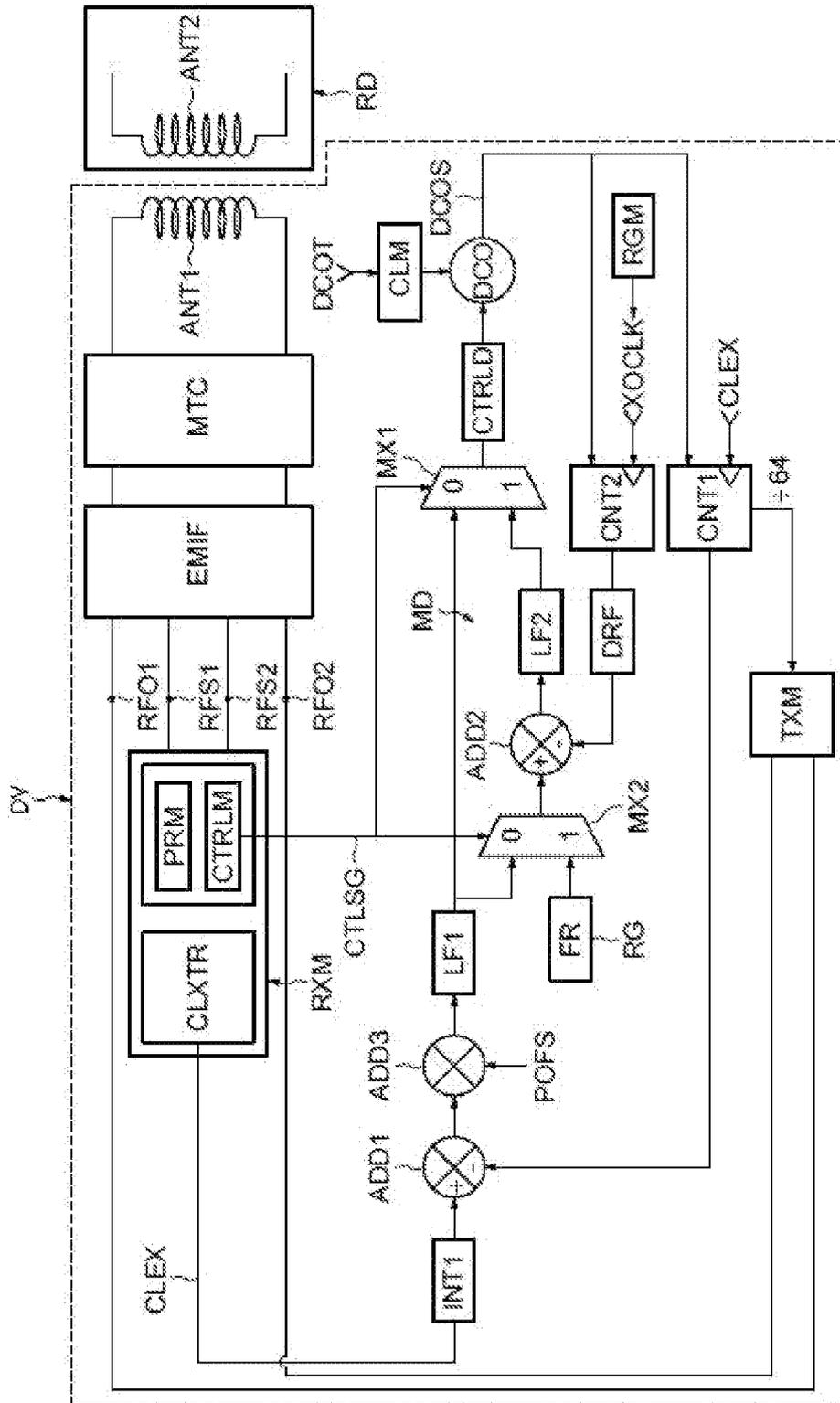
[Fig. 5]



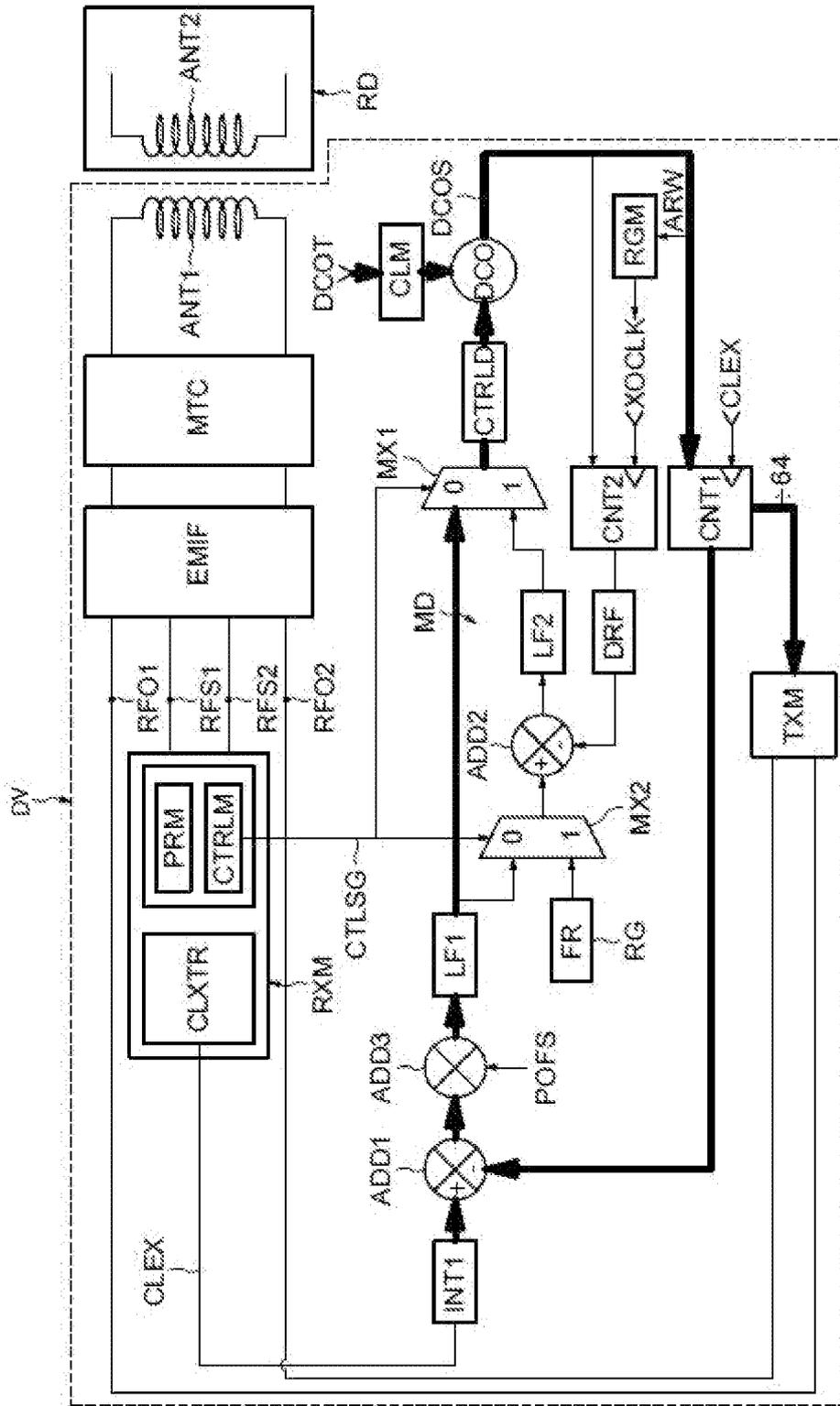
[Fig. 6]



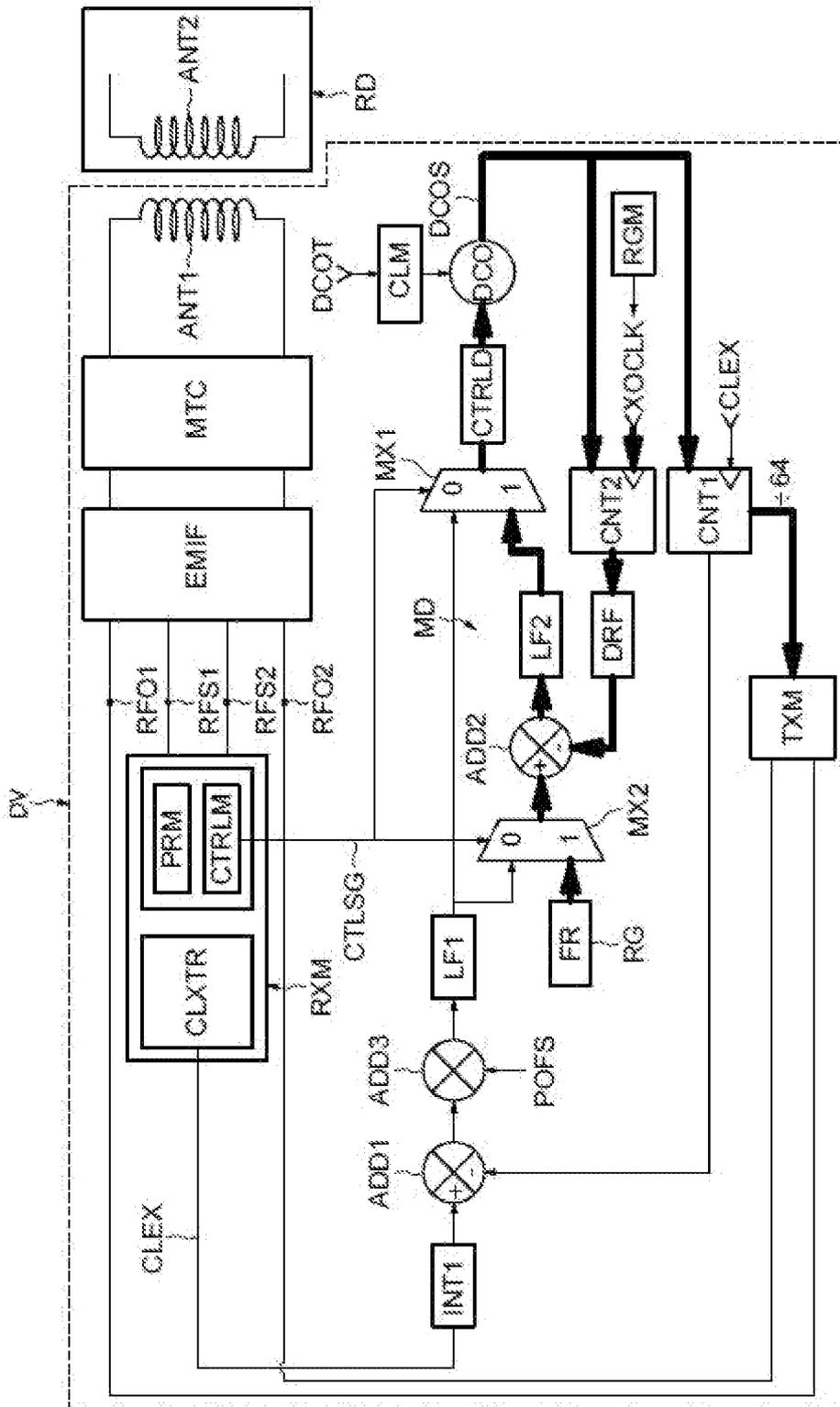
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 886920
FR 2007898

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	US 2014/218080 A1 (CHOKE TIENG YING [SG] ET AL) 7 août 2014 (2014-08-07) * alinéa [0022] - alinéa [0028]; figures 1-3, 8-11 * * alinéa [0038] - alinéa [0044] * * alinéa [0050] - alinéa [0053] * -----	1-15	H04B5/00
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 mai 2021		Spinnler, Florian	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention 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. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2007898 FA 886920**

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 **21-05-2021**

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
US 2014218080	A1	07-08-2014	AUCUN

EPO FORM P0465