

**Système d'échange de données à communication par contacts
ou sans contact entre une borne et des objets portatifs**

L'invention concerne les techniques de communication sans contact
5 entre un objet portatif et une borne.

L'échange de données sans contact est bien connu ; parmi les appli-
cations de cette technique, on trouve — de façon non limitative — le
contrôle d'accès, le paiement électronique (applications du type "porte-
monnaie électronique") et le télépéage, par exemple pour l'accès et le
10 péage des transports en commun.

Dans ce dernier exemple, chaque usager est muni d'un objet porta-
tif du type "carte sans contact" ou "badge sans contact", qui est un objet
susceptible d'échanger les informations avec une "borne" fixe (ou éven-
tuellement mobile) en approchant le badge de cette dernière de manière
15 à permettre un couplage mutuel non galvanique ("borne" sera le terme
utilisé dans la présente description pour désigner le terminal émetteur/
récepteur de données apte à coopérer avec les objets portatifs).

Plus précisément, ce couplage est réalisé en faisant varier un
champ magnétique produit par une bobine d'induction (technique con-

nue sous le nom de "procédé par induction"). La borne comporte à cet effet un circuit inductif excité par un signal alternatif qui produit dans l'espace environnant un champ magnétique alternatif. L'objet portatif se trouvant dans cet espace détecte ce champ et module en retour la charge de l'objet portatif couplé à la borne ; cette variation est détectée par la borne, établissant ainsi la communication bidirectionnelle recherchée.

Par ailleurs, il existe un parc important de bornes à contact électriques qui communiquent par voie galvanique avec les objets portatifs existants, notamment ceux couramment désignés "cartes à puce". Pour cette raison, entre autres, il est intéressant de disposer d'objets portatifs capables de communiquer avec des bornes indifféremment par voie galvanique (par contacts) ou par voie non galvanique (sans contact).

Le EP-A-0 424 726 décrit une telle carte mixte capable de communication avec ou sans contact. Dans cette carte, la communication est établie de façon sélective via des plots de contact ou via des bobines, en fonction de la présence d'une tension électrique sur les plots ou sur les bobines.

Un inconvénient de ce système, cependant, est que le pilotage en fonction de la présence d'une tension s'avère malaisé à appliquer dans la pratique. En particulier, l'apparition de parasites peut en perturber le fonctionnement. Ainsi, une diminution parasitaire de la tension d'alimentation aux contacts peut provoquer la sélection intempestive de la voie de communication par bobine et l'activation d'un régulateur shunt, dans lequel circule alors un courant excessif quand il est mis en parallèle sur les contacts d'alimentation. Ce système est également inadapté à la sélection des conditions de démarrage et de fonctionnement du circuit de traitement, la disparition de l'alimentation par contact entraînant un démarrage parasite. La sélection au démarrage en fonction de l'information issue de la comparaison des deux sources d'alimentation présente la difficulté d'effectuer le verrouillage de la sélection au bon moment dans toutes les conditions de mise sous tension.

L'un des buts de la présente invention est de proposer une autre manière de détecter le mode de communication à employer et de piloter en conséquence différentes fonctions de l'objet portatif.

L'objet portatif de l'invention est du type général exposé par le EP-A-0 424 726 précité, à savoir comportant une pluralité de contacts électriques pour la communication par voie galvanique avec une borne d'un premier type comportant elle-même une pluralité de contacts électriques homologues, ainsi qu'une bobine pour la communication sans contact avec une borne d'un second type émettant un champ électromagnétique modulé transmettant des données.

Il est caractérisé en ce que, les données transmises par la borne étant cadencées par un signal d'horloge, il comprend des moyens détecteurs d'horloge pour modifier le fonctionnement de l'objet portatif en fonction de la présence ou de l'absence d'un signal d'horloge dans le signal reçu.

De préférence, ces moyens détecteurs d'horloge détectent le signal d'horloge dans le signal capté par la bobine.

De préférence également, en mode de communication sans contact, l'objet portatif est téléalimenté par le champ électromagnétique reçu par la bobine et le signal d'horloge, et comporte alors des moyens de redressement et de filtrage pour obtenir une tension continue d'alimentation pour l'objet en mode de communication sans contact à partir du champ électromagnétique capté par la bobine, et les moyens détecteurs reçoivent en entrée le signal présent entre la bobine et les moyens de redressement et de filtrage (où son amplitude est la plus importante).

Le signal d'horloge peut être extrait au même endroit. Notamment, l'horloge peut être définie par la fréquence de la porteuse reçue, divisée dans les moyens d'extraction de l'horloge.

Ceci autorise une détection plus sensible mais aussi plus fiable de la présence du signal d'horloge. Les données elles-mêmes sont de préférence extraites en aval de l'étage de redressement et de filtrage, de sorte que la démodulation du signal est plus stable, notamment en cas de modulation d'amplitude.

Selon diverses caractéristiques subsidiaires avantageuses, il est prévu :

- des moyens pour démoduler le signal capté par la bobine, de manière à en extraire des données de communication, notamment des moyens démodulateurs d'amplitude opérant sur le signal délivré en

sortie des étages de redressement et de filtrage ;

- en aval des moyens de redressement et de filtrage, des moyens régulateurs pour stabiliser la tension continue, ainsi que des moyens d'inhibition sélective des moyens régulateurs, pilotés par les

5 moyens détecteurs d'horloge ;

- des moyens de transmission de données de l'objet portatif vers la borne en mode sans contact par modulation de la charge aux bornes de la bobine ; avantageusement, la modulation est alors une modulation d'une sous-porteuse produite par division de la fréquence d'horloge délivrée par les moyens détecteurs et/ou le circuit
- 10 est susceptible de deux modes de fonctionnement, en consommation nominale et en basse consommation, et il est prévu des moyens pour placer en mode basse consommation le circuit avant que les moyens d'émission de données ne commencent à opérer ladite modulation ;

15

Les moyens détecteurs d'horloge peuvent piloter des protocoles de communication et/ou de traitement des signaux et/ou de traitement des données reçues. Ainsi, le signal de présence/absence d'horloge peut être exploité de plusieurs façons, par exemple en fournissant le signal d'inhibition d'un régulateur qui stabilise la tension continue d'alimentation, pour que le régulateur ne fonctionne qu'en mode sans contact. Le risque d'activation intempestive de ce régulateur shunt est éliminé. Aussi, ce signal peut être utilisé dans l'élaboration du signal d'activation du circuit de traitement et la sélection de son signal d'horloge.

20

Enfin, les protocoles de communication et de traitement des signaux peuvent différer entre les modes de communication avec ou sans contact et la présence/absence d'horloge peut servir pour piloter les protocoles utilisés.

25

Enfin, il peut être souhaitable de prévoir des moyens interrupteurs de la liaison entre des contacts électriques et d'autres circuits de l'objet portatif, pilotés par les moyens détecteurs d'horloge de manière à interrompre ladite liaison lorsque l'objet portatif communique par voie sans contact. Ceci permet d'éviter des tentatives de fraude par captation et déchiffrement des signaux qui, autrement, apparaîtraient sur les contacts, qui sont accessibles dans ce mode de communication. Utilement,

30

35

un interrupteur analogue peut être prévu aussi pour interrompre la liaison en mode de communication par contacts, ceci permettant d'éviter d'interpréter comme données des parasites apparaissant sur l'entrée (bobine ou contacts) non utilisée.

5 Dans une forme de réalisation avantageuse d'un objet portatif télé-alimenté en mode sans contact, il est prévu en aval des étages de redressement et de filtrage un étage stabilisateur comportant un élément régulateur shunt monté en dérivation entre les bornes d'alimentation du circuit à alimenter et associé à un composant résistif monté en série
10 dans la ligne d'alimentation du circuit, l'élément régulateur shunt prélevant et dérivant une fraction variable du courant d'alimentation du circuit de sorte que l'élément résistif et l'élément régulateur shunt dissipent le surcroît éventuel d'énergie non nécessaire au fonctionnement du circuit, de manière à, corrélativement, stabiliser la tension d'alimen-
15 tation aux bornes du circuit, limiter l'excursion de tension aux bornes de l'élément accordé en amont et empêcher que les variations du courant consommé n'influent en amont sur l'amplitude du signal à démoduler.

En particulier, des moyens peuvent être prévus pour inhiber sélec-
20 tivement et temporairement le fonctionnement du régulateur shunt, notamment en réponse à la détection d'un type de communication par contacts.

Enfin, l'ensemble du circuit électronique de l'objet portatif, à l'ex-
ception du bobinage de l'élément accordé, est très avantageusement
25 réalisé en technologie monolithique intégrée.

◇

On va maintenant décrire en détail un exemple de réalisation de
30 l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels les mêmes références numériques désignent des éléments identiques ou fonctionnellement semblables.

La figure 1 est un schéma par blocs d'un système selon l'invention, dans son aspect le plus général, comportant une borne et un objet por-
35 tatif dans le champ de cette borne.

La figure 2 montre une réalisation particulière de l'objet portatif de la figure 1.

La figure 3 détaille le circuit régulateur du schéma de la figure 2.

Les figures 4 et 5 détaillent, dans deux variantes possibles, le circuit démodulateur du schéma de la figure 2.

La figure 6 est un exemple détaillé de réalisation du circuit démodulateur de la figure 5.

La figure 7 détaille le circuit extracteur d'horloge du schéma de la figure 2.

La figure 8 est une série de chronogrammes expliquant la manière dont l'objet portatif est téléalimenté et dont on extrait le signal d'horloge.

La figure 9 est une série de chronogrammes explicitant la transmission d'informations de la borne vers l'objet.

La figure 10 est une série de chronogrammes explicitant la transmission d'informations de l'objet vers la borne.

La figure 11 présente les différentes commutations opérées dans une carte mixte entre les deux modes de fonctionnement par contacts/sans contact.

◇

On va exposer un exemple de mise en oeuvre du système de l'invention en référence au schéma de la figure 1. Sur ce schéma, la référence 100 désigne une borne, qui peut être couplée avec un objet portatif 200 placé à son voisinage.

La borne comporte une bobine d'émission 102 qui, associée à un condensateur tel que 104, forme un circuit accordé 106 destiné à engendrer un champ d'induction magnétique modulé. La fréquence d'accord du circuit 106 est par exemple de 13,56 MHz, valeur bien entendu aucunement limitative, ce choix particulier tenant simplement au fait qu'elle correspond à une valeur autorisée par les normes européennes pour des fonctions de communication et de téléalimentation. En outre, cette valeur relativement élevée permet de concevoir des circuits avec des bobines possédant peu de spires, donc faciles et peu coûteuses à réaliser.

Le circuit accordé 106 est alimenté à partir d'un oscillateur haute fréquence à onde entretenue 108 et, pour la modulation, d'un étage mélangeur 108 piloté par les signaux à émettre TXD issus d'un circuit numérique 112. Le fonctionnement du circuit 112, et notamment le sé-

5 quencement des signaux TXD, est cadencé par un circuit 114 produisant un signal d'horloge CLK.

Les étages de réception, qui extraient les données reçues RXD du signal prélevé aux bornes de la bobine 102, comportent un circuit dé-

10 modulateur haute fréquence 116 ainsi qu'un circuit démodulateur de sous-porteuse 118 lorsque l'on a choisi, comme on l'indiquera plus bas, d'utiliser une modulation de sous-porteuse dans le sens objet portatif → borne (cette technique n'étant bien entendu aucunement limitative, la modulation pouvant également se faire en bande de base).

L'objet portatif 200, quant à lui, comporte une bobine 202 coopé-

15 rant avec un circuit électronique 204 qui, avantageusement, est réalisé en technologie monolithique entièrement intégrée de manière à disposer d'un objet de petites dimensions, typiquement au format "carte de crédit" ; la bobine 202 est par exemple une bobine imprimée et l'ensemble des circuits 204 est réalisé sous forme d'un circuit intégré spécifique

20 (ASIC).

La bobine 202 forme avec un condensateur 206 un circuit réson-

nant 208 accordé sur une fréquence donnée (par exemple 13,56 MHz) permettant l'échange bidirectionnel de données avec la borne par la technique dite "par induction" ainsi que la téléalimentation par le

25 champ magnétique capté par la bobine 202, c'est-à-dire la même bobine que celle servant à l'échange d'informations.

La tension alternative a recueillie aux bornes du circuit accordé 208 est appliquée à un étage redresseur simple ou double alternance 210, puis à un étage de filtrage 212, pour donner une tension redressée

30 filtrée b.

L'objet portatif comporte également un étage de traitement numérique 214, typiquement réalisé à partir d'un microprocesseur, de mé-

moires RAM, ROM et EPROM et de circuits d'interfaçage.

En aval des étages de redressement 210 et de filtrage 212 sont

35 montés en parallèle un certain nombre d'étages spécifiques, compre-

nant :

- un étage régulateur 216, stabilisateur de tension, délivrant en sortie une tension continue, redressée, filtrée et stabilisée d, appliquée notamment à la borne d'alimentation positive VCC du circuit numérique 214, dont l'autre borne d'alimentation est la masse GND.
Cet étage stabilisateur 216 peut être un stabilisateur de tension de type classique ou, en variante (mais de façon non limitative), un circuit spécifique qui sera décrit par la suite en référence aux figures 2 et 3.
- 10 — un étage démodulateur 218 recevant en entrée le signal b et délivrant en sortie un signal e démodulé appliqué à l'entrée de données RXD du circuit numérique 214.
Ce démodulateur peut notamment être un démodulateur à détection de variation d'amplitude et/ou à seuil variable, comme on l'expliquera plus en détail ci-après en référence aux figures 4, 5 et 6.
- 15 — un étage extracteur d'horloge 220, recevant en entrée le signal a recueilli aux bornes du circuit accordé 208 et délivrant en sortie un signal c appliqué à l'entrée d'horloge CLK du circuit numérique 214.
L'étage extracteur d'horloge 220 peut être placé soit en amont des étages de redressement 210 et de filtrage 212, comme illustré, soit en aval de ces étages, c'est-à-dire opérer sur le signal b au lieu du signal a ; cette dernière variante est cependant moins avantageuse, dans la mesure où l'extracteur d'horloge devra alors présenter une plus grande sensibilité pour compenser le lissage du signal introduit par le filtrage.
- 25 — un étage modulateur 222 qui opère, de manière en elle-même connue, par "modulation de charge", technique consistant à faire varier de manière contrôlée le courant consommé par le circuit accordé 208 situé dans le champ magnétique environnant engendré par la borne.
Ce circuit modulateur 222 comporte un élément résistif 224 (résistance rapportée ou, en technologie monolithique, composant de type MOS sans grille faisant office de résistance) en série avec un élément de commutation 226 (transistor MOS) commandé par le signal de modulation f présent sur la sortie TXD du circuit numérique 214.
- 30
35

En variante, l'étage modulateur 222, au lieu d'être placé en aval des circuits de redressement 210 et de filtrage 212, peut être également placé en amont de ces circuits, comme illustré en 222' sur la figure 1, c'est-à-dire directement aux bornes du circuit résonnant 208.

La structure générale ainsi proposée, où l'étage démodulateur 218 est situé en aval des étages de redressement 210 et de filtrage 212, présente l'avantage d'être moins sensible aux variations instantanées du signal.

En effet, dans le cas d'un objet portatif téléalimenté, le fait d'opérer la démodulation sur un signal redressé et filtré permet de réduire les effets des variations instantanées de l'énergie d'alimentation au cours d'un cycle de l'oscillation.

Cet aspect sera mieux compris lorsque l'on exposera le fonctionnement détaillé du démodulateur, en référence notamment aux chronogrammes de la figure 8.

On va maintenant décrire, en référence à la figure 2, une mise en oeuvre particulière de la structure de la figure 1, qui est notamment caractérisée par une structure particulière donnée à l'étage régulateur 216 qui est, comme on l'expliquera plus en détail par la suite, un étage de type "régulateur shunt" avec un composant shunt 228 servant à dériver de manière contrôlée le courant d'alimentation du circuit numérique 214, donc monté en dérivation entre les bornes VCC et la masse GND, combiné à un élément résistif série 230 placé dans la ligne d'alimentation VCC en amont du composant régulateur 228.

Le shunt 228 peut être avantageusement une diode Zener ou, de préférence, un composant rapporté ou intégré fonctionnellement équivalent à une diode Zener, par exemple un composant de la série LM185/LM285/LM385 de National Semiconductor Corporation, qui est un composant formant référence de tension (tension fixe ou ajustable selon le cas), avec un courant de polarisation de 20 μ A seulement, une très faible impédance dynamique et une plage de courants de fonctionnement allant de 20 μ A à 20 mA. Le composant 228 peut également être un équivalent monolithique, intégré sur l'ASIC, d'un tel composant de référence de tension.

La figure 3 décrit une réalisation particulière de ce circuit 216, avec un composant du type décrit ci-dessus dont l'entrée de référence de tension 234 est polarisée à une valeur prédéterminée par un pont diviseur 236, 238 monté entre VCC et la masse.

5 L'élément résistif 230 peut être une résistance rapportée ou, avantageusement, un composant monolithique intégré, par exemple (comme pour le composant 224) un élément MOS faisant office de résistance.

On prévoit en outre, avantageusement, un composant de commutation, tel qu'un transistor MOS 240, qui est maintenu passant en fonctionnement normal par application d'un signal INH/ sur sa grille. On
10 peut faire basculer ce transistor à l'état bloqué par application d'un simple signal de commande INH (notamment une commande logicielle issue du circuit de calcul 214) qui a pour effet d'inhiber le fonctionnement du régulateur shunt, le circuit se comportant alors comme si
15 celui-ci avait été omis.

Cette possibilité d'inhibition du régulateur shunt peut notamment être utilisée lorsque l'on souhaite alimenter le microprocesseur sous une tension élevée sans risque de détruire l'étage régulateur.

Ce cas se présente notamment pour les besoins d'un test, ou lorsque l'on est en présence d'un objet portatif mixte pouvant être utilisé au
20 choix en mode "sans contact" (avec mise en service du régulateur) ou en mode "avec contacts" (avec inhibition du régulateur), la tension d'alimentation régulée étant dans ce dernier cas directement appliquée sur l'un des contacts de l'objet portatif sans qu'il soit besoin de procéder à
25 une régulation spécifique, comme dans le cas de la téléalimentation.

On va maintenant décrite plus en détail l'étage démodulateur d'amplitude 218, en référence aux figures 4 à 6.

Ce démodulateur d'amplitude est un circuit apte à traiter des signaux modulés avec une faible profondeur de modulation. On entendra
30 par "faible profondeur de modulation" ou "faible modulation" une modulation dont le taux est typiquement inférieur ou égal à 50 %, de préférence inférieur à 20 %, le "taux" étant défini comme étant le ratio $(A_{\max} - A_{\min}) / (A_{\max} + A_{\min})$ des niveaux maximal $A_{\max}$ et minimal $A_{\min}$ de l'amplitude du signal considéré.

35 En effet, dans le contexte particulier d'un objet portatif téléali-

menté, il est avantageux, compte tenu des contraintes énergétiques, d'utiliser un taux de modulation faible afin de pouvoir disposer de suffisamment d'énergie pendant la période où la modulation est à l'état bas, puisque, du fait de la modulation en amplitude, le niveau d'énergie instantané fourni à l'objet portatif varie directement avec le niveau de la modulation.

La figure 4 illustre une première variante de réalisation possible, où le démodulateur est un démodulateur à seuil variable, adaptatif.

Le circuit comporte, après un étage de filtrage passe-bas optionnel 242, un comparateur 244, de préférence à hystérésis, dont l'entrée positive reçoit le signal b à démoduler (le cas échéant filtré par l'étage 242) et dont l'entrée négative reçoit ce même signal b , mais après traversée d'un étage RC 246, 248 faisant office d'intégrateur. La comparaison se fait ainsi entre, d'une part, la valeur instantanée du signal et, d'autre part, une valeur moyenne de ce signal, constituant le seuil de comparaison variable.

La figure 5 illustre une seconde variante possible de réalisation du démodulateur 218, qui est dans ce cas un démodulateur sensible aux variations d'amplitude.

Après un étage de filtrage passe-bas optionnel 242, le signal b est appliqué à un étage CR 250, 252 faisant office de différentiateur. Le signal en sortie est appliquée à la borne positive du comparateur 244 (ici encore de préférence à hystérésis) dont l'entrée négative est reliée à un potentiel fixe, par exemple la masse. Dans ce cas, le démodulateur est sensible aux variations de l'amplitude (du fait de l'étage dérivateur), indépendamment de la valeur moyenne du signal ; ce ne sont que les variations de cette valeur moyenne que détecte le comparateur.

La figure 6 donne un exemple plus détaillé de réalisation d'un tel circuit démodulateur à détection des variations d'amplitude. Outre le filtre passe-bas 242 constitué de la résistance 252 et du condensateur 254, on trouve le condensateur série 250 faisant fonction de dérivateur en combinaison avec les résistances 256 à 264. Le signal ainsi différencié est appliqué à deux comparateurs symétriques 244, 266 dont les sorties agissent sur deux bascules 268, 270 montées en flip-flop de manière à produire deux signaux symétriques RXD et RXD/ mis en forme de

façon appropriée.

La figure 7 illustre un exemple de réalisation du circuit extracteur et détecteur d'horloge 220.

5 Ce circuit reçoit en entrée un signal prélevé aux bornes du circuit résonnant 208 et appliqué aux entrées différentielles d'un comparateur à hystérésis 272 qui fournit le signal d'horloge CLK. Le signal d'horloge est appliqué également aux deux entrées d'une porte OU EXCLUSIF 274, directement sur l'une des entrées, et via un circuit RC 276, 278 sur l'autre entrée. Ce circuit RC, qui introduit un retard sur la transmis-
10 sion du signal capté, est choisi avec une constante de temps de l'ordre de $1/4f_{CLK}$ (f_{CLK} étant la fréquence d'horloge générée par le circuit 114 de la borne 100). Le signal de sortie de la porte 274 est ensuite moyenné par un circuit RC 280, 282 dont la constante de temps est très supérieure à $1/2f_{CLK}$ (de préférence de l'ordre de $1/f_{CLK}$) puis appliqué à
15 l'une des entrées d'un comparateur 284 pour comparaison avec un seuil fixe S.

Le signal d'horloge CLK permet le cadencement approprié du circuit numérique de traitement 214, tandis que la sortie du comparateur 284 donne un signal PRSCLK indicatif de la présence ou non d'un signal
20 d'horloge.

Dans le cas d'une carte mixte apte à fonctionner indifféremment en mode "sans contact" ou en mode "par contacts", le signal PRSCLK de présence/absence du signal d'horloge est avantageusement utilisé pour signaler au circuit numérique que l'objet portatif se trouve dans un en-
25 vironnement de type "sans contact" et décider des actions correspondantes telles que sélection du protocole de communication approprié, activation du régulateur shunt, PRSCLK étant utilisé pour produire INH/ (voir description ci-dessus en référence à la figure 3), etc.

La figure 11 présente en détail les diverses commutations qui sont
30 ainsi opérées automatiquement entre les modes "sans contact" et "par contacts". Les contacts 286 sont les contacts CLK (horloge), GND (masse), I/O (données), VCC (alimentation) et RST/ (remise à zéro) de la norme ISO 7816-3, à laquelle on se reportera pour de plus amples détails. Les divers interrupteurs 288 à 296 sont tous représentés en po-
35 sition "par contacts" (référéncée '0'), position par défaut, leur bascule-

ment vers la position "sans contact" (référéncée '1') étant commandée par le signal PRSCLK délivré par le circuit 220, révélant la présence d'un signal d'horloge issu des moyens de redressement et de filtrage.

5 L'extraction d'un signal d'horloge est également particulièrement avantageuse lorsque l'on souhaite réaliser une modulation non pas en bande de base, mais en modulation de sous-porteuse, car la sous-porteuse peut être aisément générée par division de la fréquence d'horloge. Le circuit numérique 214 adjoint alors la sous-porteuse ainsi générée aux données à transmettre pour produire le signal TXD appliqué au
10 circuit modulateur de charge 222.

Dans une variante, il est possible de détecter la présence du signal d'horloge sur le plot de contact CLK, plutôt que dans le signal venant de la bobine (donc de l'extracteur d'horloge 220). Ceci permet d'inverser le fonctionnement des basculeurs 288 à 296 et d'ajouter un détecteur de
15 présence d'horloge avec le plot de contact CLK comme entrée, en fournissant le signal PRSCLK à la place de l'extracteur 220.

Cette variante présente cependant quelques inconvénients. Ainsi, si la communication en mode avec contacts se fait en conformité avec la norme ISO 7816-3, le signal d'horloge n'apparaît qu'après l'apparition
20 de tensions sur d'autres plots de contact, et des mesures adéquates peuvent être rendues nécessaires pour éviter que le régulateur shunt (prévu pour la téléalimentation par la bobine) ne charge excessivement VCC au démarrage d'une communication avec contacts.

On va maintenant décrire le fonctionnement de l'objet portatif, en
25 référence aux chronogrammes des figures 8 à 10.

On va tout d'abord expliquer, en référence aux chronogrammes de la figure 8, la manière dont l'objet est alimenté et dont il récupère le signal d'horloge.

Le circuit accordé 208 capte une partie de l'énergie magnétique
30 produite par la borne. Le signal alternatif a correspondant, illustré sur la figure 8, est redressé par le bloc 210 et filtré par le condensateur 212, pour donner une tension redressée filtrée b illustrée sur la figure 8. Pour un signal alternatif a avec une tension crête de 10 V, on obtient ainsi une tension redressée et filtrée ayant une tension crête de l'ordre
35 de 8,5 V. Bien entendu, l'amplitude de la tension a, et donc de la ten-

sion b , dépend beaucoup de la distance entre objet et borne, l'amplitude étant d'autant plus importante que l'objet est près de la borne. L'étage régulateur 216 intervient pour compenser ces variations, en délivrant au circuit numérique 214 une tension stable, typiquement de l'ordre de
5 3 V (chronogramme d de la figure 8).

Ainsi, lorsque l'on se trouve assez loin de la borne, presque en limite de portée, la tension en b sera assez proche de la valeur requise de 3 V, la chute de tension entre b et d sera faible, le courant traversant le shunt 228 sera également très faible et la quasi-totalité du courant
10 délivré par le circuit d'alimentation servira à alimenter le circuit numérique 214. On notera que, dans ce cas, le courant qui traverse le shunt 228 peut être aussi faible que quelques microampères seulement (courant minimum de polarisation).

En revanche, lorsque l'objet est très proche de la borne, la tension
15 en b sera élevée, la différence de potentiel entre b et d sera également importante (plusieurs volts), et le courant traversant le shunt 228 sera élevé, l'élément résistif 230 et le shunt 228 dissipant alors l'énergie en excès.

Outre le rôle purement électrique de stabilisation de l'alimentation
20 du circuit numérique 214, l'étage régulateur shunt procure plusieurs avantages dans le cadre du circuit que l'on a décrit.

En premier lieu, il permet de limiter l'excursion de tension en b , donc en a , lorsque l'objet est proche de la borne, du fait de la faible charge qui est présentée en aval du circuit accordé 208 : du fait du cou-
25 rant important circulant dans le shunt 228, la puissance recueillie non indispensable au fonctionnement du circuit numérique 214 est entièrement dissipée en chaleur.

Ceci est particulièrement intéressant lorsque le condensateur 206 du circuit accordé 208 est un élément réalisé en technologie monolithi-
30 que intégrée, car on évite ainsi les risques de claquage dus à des surtensions. En effet, compte tenu des contraintes géométriques du circuit intégré, il n'est pas possible de réaliser des condensateurs présentant des tensions de claquage élevées. Or le circuit numérique 214, qui est bâti autour d'un microprocesseur, nécessite pour son alimentation une
35 puissance relativement importante, donc un niveau de champ magnéti-

que assez élevé, qui pourrait créer des surtensions dans le circuit accordé si les précautions indiquées n'étaient pas prises.

En second lieu, comme on l'expliquera plus en détail par la suite, le régulateur shunt a pour effet d'égaliser les variations instantanées du courant d'alimentation du circuit numérique (la consommation d'un tel circuit n'est en effet pas constante) et d'éviter leurs répercussions sur le fonctionnement des autres organes du circuit, pour la communication aussi bien de l'objet vers la borne que de la borne vers l'objet ; en effet, des variations indésirables de courant ou de tension pourraient introduire des erreurs de modulation ou de démodulation.

Enfin, dans le cas où l'objet est en limite de portée de la borne, et où il ne reçoit donc de la borne qu'un signal juste suffisant pour alimenter le circuit numérique, la conception du circuit permet d'éviter tout gaspillage d'énergie, puisque le courant dans le shunt 228 est pratiquement nul. Ainsi, toute l'énergie disponible captée par le circuit accordé peut être utilisée pour faire fonctionner le circuit numérique.

En ce qui concerne le signal d'horloge, le circuit extracteur d'horloge 220 permet de transformer le signal alternatif a capté aux bornes du circuit accordé 208 en une série c d'impulsions d'horloge parfaitement calibrées.

On va maintenant décrire la manière dont les informations sont transmises de la borne vers l'objet, en référence aux chronogrammes de la figure 9.

Pour transmettre des informations à l'objet, la borne module en amplitude le champ magnétique qu'elle produit. Les informations envoyées étant binaires, cette modulation se résume à diminuer d'une quantité prédéterminée, par exemple de 10 %, l'amplitude du signal. Une telle diminution correspond par exemple à l'envoi d'un '0' logique, l'amplitude restant maximale pour un '1' logique : voir sur la figure 9 le chronogramme a du signal capté par le circuit accordé 208.

Ceci se traduit après redressement et filtrage, en b, par une diminution de l'amplitude du signal redressé et filtré. Cette diminution d'amplitude est détectée par le démodulateur d'amplitude 218, qui fournit en sortie le signal logique e appliqué au circuit numérique.

On notera que la diminution d'amplitude résultant de la modula-

tion du signal envoyé par la borne est sans effet sur l'extracteur d'horloge (signal c) et sur la tension d'alimentation fournie au circuit numérique (signal d).

Si des techniques autres que la modulation d'amplitude étaient
5 employées dans le sens borne → objet, par exemple une modulation de phase comme cela est enseigné par de nombreux documents de l'art antérieur, le type de modulation serait sans incidence directe sur le fonctionnement du circuit régulateur de l'invention ; toutefois, ce circuit est
10 particulièrement avantageux dans le cas d'une modulation d'amplitude puisque, comme on l'a expliqué, il permet de pallier parfaitement les inconvénients divers liés au choix de cette technique.

On va maintenant expliquer la manière dont les informations sont transmises, en retour, de l'objet vers la borne, en référence aux chronogrammes de la figure 10.

15 Comme on l'a indiqué plus haut, dans le mode de réalisation illustré on procède par variation de charge, c'est-à-dire variation contrôlée du courant consommé par le circuit accordé 208. À cet effet, on commut
te sélectivement, par le composant 226, l'élément résistif 224, la résistance étant par exemple commutée lorsque l'objet veut envoyer un '0'
20 logique, et non commutée pour un '1' logique.

Lorsque la résistance est commutée, c'est-à-dire pour un '0' logique, la tension a diminue du fait de la charge supplémentaire. La valeur de la résistance est bien entendu choisie pour que cette chute de tension permette néanmoins de conserver une alimentation correcte du circuit
25 numérique.

On peut, cependant, se trouver confronté à une difficulté lorsque l'on est en limite de portée de la borne. En effet, dans ce cas, le courant qu'il faut dériver dans l'élément résistif 224 pour engendrer la modulation peut être encore trop élevé pour que le circuit numérique puisse
30 continuer à fonctionner convenablement.

Dans ce cas, on prévoit avantageusement, avant que l'objet ne commence à envoyer des informations vers la borne, de placer le circuit numérique dans un mode "basse consommation" afin de pouvoir consommer plus de courant dans l'élément résistif 224 sans menacer l'alimen
35 tation du circuit numérique.

Ceci peut être par exemple réalisé par le programme du microprocesseur du circuit numérique qui, avant de commencer à envoyer des données vers la borne, va placer la routine d'émission en RAM (dont l'accès consomme peu d'énergie) et débrancher la mémoire EPROM (dont
5 l'accès exige une énergie notablement supérieure). En d'autres termes, le circuit numérique se met en mode "basse consommation" pour disposer d'une réserve importante de courant, qui va être consommée dans la résistance de modulation pour l'envoi des messages vers la borne.

De plus, si l'on peut faire passer un courant de modulation plus important dans l'élément résistif 224 (en choisissant une valeur de résistance plus faible) la modulation sera mieux vue côté borne, ce qui permettra de se contenter, pour la borne, de moyens de détection moins élaborés et/ou de disposer d'un meilleur rapport signal/bruit.
10

Il est possible, toujours dans le sens objet → borne, d'utiliser d'autres types de modulations ou des variantes, par exemple, comme indiqué plus haut, la modulation d'une sous-porteuse qui pilote la variation de charge au lieu d'une modulation de la charge directement par le signal à transmettre.
15

20

25

30

35



REVENDICATIONS

1. Un objet portatif (200) comportant une pluralité de contacts électriques (286) pour la communication par voie galvanique avec une borne d'un premier type comportant elle-même une pluralité de contacts électriques homologues, ainsi qu'une bobine (102) pour la communication sans contact avec une borne d'une second type (100) émettant un champ électromagnétique modulé transmettant des données, caractérisé en ce que, les données transmises par la borne étant cadencées par un signal d'horloge, il comprend des moyens détecteurs d'horloge (220) pour modifier le fonctionnement de l'objet portatif en fonction de la présence ou de l'absence d'un signal d'horloge dans le signal reçu.

2. L'objet portatif de la revendication 1, dans lequel les moyens détecteurs d'horloge (220) détectent le signal d'horloge (CLK) dans le signal capté par la bobine.

3. L'objet portatif de la revendication 2, comprenant des moyens de redressement et de filtrage (210, 212) pour obtenir une tension continue d'alimentation (d) pour l'objet en mode de communication sans contact à partir du champ électromagnétique capté par la bobine, et dans lequel les moyens détecteurs reçoivent en entrée le signal présent entre la bobine et les moyens de redressement et de filtrage.

4. L'objet portatif de la revendication 2, comprenant des moyens (218) pour démoduler le signal capté par la bobine, de manière à en extraire des données de communication.

5. L'objet portatif des revendications 3 et 4 prises en combinaison, dans lequel les moyens démodulateurs sont des moyens démodulateurs d'amplitude (218) opérant sur le signal (b) délivré en sortie des étages de redressement et de filtrage (210, 212).

6. L'objet portatif de l'une des revendications 3 à 5, comprenant, en aval des moyens de redressement et de filtrage, des moyens régulateurs



(216) pour stabiliser la tension continue, ainsi que des moyens d'inhibition sélective des moyens régulateurs, pilotés par les moyens détecteurs d'horloge.

- 5 7. L'objet portatif de l'une des revendications 1 à 6, comprenant des moyens (222) de transmission de données de l'objet portatif vers la borne en mode sans contact par modulation de la charge aux bornes de la bobine.
- 10 8. L'objet portatif de la revendication 7, dans lequel la modulation opérée par les moyens de transmission de données est une modulation d'une sous-porteuse produite par division de la fréquence d'horloge délivrée par les moyens détecteurs.
- 15 9. L'objet portatif de l'une des revendications 7 ou 8, dans lequel le circuit est susceptible de deux modes de fonctionnement, en consommation nominale et en basse consommation, et il est prévu des moyens pour placer en mode basse consommation le circuit avant que les moyens d'émission de données ne commencent à opérer ladite modulation.
- 20 10. L'objet portatif de l'une des revendications 1 à 9, dans lequel les moyens détecteurs d'horloge pilotent des protocoles de communication et/ou de traitement des signaux et/ou de traitement des données reçues.
- 25 11. L'objet portatif de l'une des revendications 1 à 10, comprenant en outre des moyens (288-296) interrupteurs de la liaison entre des contacts électriques (286) et d'autres circuits de l'objet portatif, pilotés par les moyens détecteurs d'horloge de manière à interrompre ladite
- 30 liaison lorsque l'objet portatif communique par voie sans contact.
12. L'objet portatif de l'une des revendications 3 à 11, comprenant en outre, en aval des étages de redressement et de filtrage (210, 212), un étage stabilisateur (216) comportant un élément régulateur shunt
- 35 (228) monté en dérivation entre les bornes d'alimentation (VCC, GND)



du circuit à alimenter et associé à un composant résistif (230) monté en série dans la ligne d'alimentation du circuit, l'élément régulateur shunt prélevant et dérivant une fraction variable du courant d'alimentation du circuit de sorte que l'élément résistif et l'élément régulateur shunt
5 dissipent le surcroît éventuel d'énergie non nécessaire au fonctionnement du circuit, de manière à, corrélativement, stabiliser la tension d'alimentation (d) aux bornes du circuit, limiter l'excursion de tension (a) aux bornes de l'élément accordé en amont et empêcher que les variations du courant consommé n'influent en amont sur l'amplitude du signal à démoduler.
10

13. L'objet portatif de la revendication 12, comprenant des moyens (240) pour inhiber sélectivement et temporairement le fonctionnement du régulateur shunt.
15

14. L'objet portatif des revendications 12 et 13 prises en combinaison, dans lequel l'inhibition sélective et temporaire du fonctionnement du régulateur shunt est opérée en réponse à la détection d'un type de communication par contacts.
20

15. L'objet portatif de l'une des revendications 1 à 14, dans lequel l'ensemble du circuit électronique (202, 204), à l'exception du bobinage (202) de l'élément accordé, est réalisé en technologie monolithique intégrée.
25

30

35