



CH 690 049 A5

19



CONFÉDÉRATION SUISSE

INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

11 CH 690 049 A5

51 Int. Cl.⁷: G 06 F 019/00
A 61 M 037/00

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

12 FASCICULE DU BREVET A5

21 Numéro de la demande: 00644/94

22 Date de dépôt: 04.03.1994

24 Brevet délivré le: 31.03.2000

45 Fascicule du brevet
publiée le: 31.03.2000

73 Titulaire(s):
Microflow Engineering SA, Rue Jaquet-Droz, 1,
2007 Neuchâtel (CH)

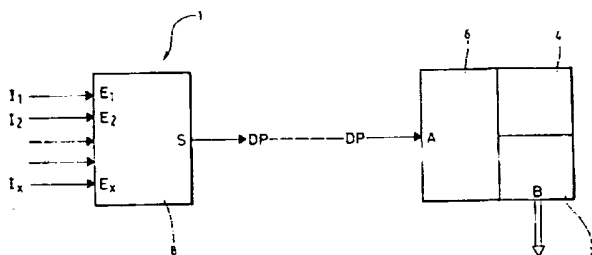
72 Inventeur(s):
Hess, Joseph, Bevaix (CH)

74 Mandataire:
ICB Ingénieurs Conseils en Brevets S.A.,
Passage Max-Meuron 6/8, 2001 Neuchâtel (CH)

54 Dispositif de détermination d'une quantité de médicament et dispositif d'administration d'au moins un médicament.

57 L'invention concerne un dispositif de détermination de la quantité d'un médicament susceptible d'être administré à un être vivant. Ce dispositif comprend une unité de traitement à logique floue (8) agencée pour traiter au moins une première information (I₂) relative à l'être vivant considéré et au moins une deuxième information (I₁) relative au médicament. Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament fournit en sortie un signal représentatif d'une quantité personnalisée dudit médicament. Ce dispositif fournit également, dans un autre mode de réalisation, un signal représentatif d'un mode d'administration personnalisé dudit médicament pour l'être vivant auquel ce médicament est destiné.

L'invention concerne de plus également un dispositif d'administration d'un médicament comprenant un dispositif de détermination d'une quantité de ce médicament.



CH 690 049 A5

Description

La présente invention concerne le domaine de l'administration de médicaments à un être vivant, en particulier à un patient subissant un traitement thérapeutique.

La détermination d'une dose de médicament à administrer à un patient est généralement effectuée sur la base d'une dose standard donnée par le fabricant du médicament. Dans certains cas, il est donné une plage de valeurs possibles pour chaque dose et un nombre d'administrations journalier de cette dose. Sur cette base, le médecin prescrit une certaine dose suite à son diagnostic qui établit la gravité de la maladie ou du problème physique ou moral de son patient. Cette prescription repose donc sur l'expérience du médecin et sur son appréciation de la maladie ou du problème constaté.

Un premier but de l'invention est de fournir un dispositif de détermination d'une quantité de médicament servant à déterminer une quantité personnalisée du médicament à administrer à un être vivant.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de détermination d'une quantité d'un médicament susceptible d'être administré à un être vivant, ce dispositif comprenant des moyens d'introduction de données, permettant à un utilisateur d'introduire au moins une première information relative audit être vivant, et une unité de traitement à logique floue agencée pour traiter au moins ladite première information et au moins une deuxième information relative audit médicament et pour fournir au moins un signal de sortie représentatif d'une quantité personnalisée dudit médicament et dépendant desdites première et deuxième informations.

Ce dispositif de détermination d'une quantité de médicament permet de personnaliser la quantité de médicament à administrer sur la base de la connaissance d'une information relative à l'être vivant auquel il est destiné.

L'utilisation d'une unité de traitement à logique floue permet d'introduire cette information sous forme de variable floue exprimée par exemple à l'aide d'une appréciation qualitative. Par appréciation qualitative, il est compris une appréciation exprimée sur une échelle décrivant divers états possibles pour un paramètre donné. A titre d'exemple, la pression d'une personne peut être très basse, basse, normale, haute ou très haute. De même, une personne peut être maigre, mince, normale, forte ou grosse.

Depuis l'émergence de la théorie de la logique floue dans les années 1960, d'innombrables articles, livres et autres documents ont été publiés sur cette théorie et ses applications (voir par exemple L.A. Zadeh dans *Information sciences* 8, p. 199-249, 1975, et les nombreuses références citées dans cet article).

Pour ce qui concerne l'intégration des diverses règles d'inférence et algorithmes de traitement de données à logique floue dans des circuits électriques ou électroniques, l'homme du métier dispose actuellement d'une connaissance étendue en la matière. De nombreux articles, livres et autres documents ont été publiés à ce sujet outre le dernier do-

cument cité ci-avant, par exemple T. Yamakawa and T. Miki, *The Current Mode Fuzzy Logic Integrated Circuits Fabricated by the Standard CMOS Process*, IEEE Transactions on computers, vol. C-35, No 2, p. 161 à 167, February 1986; K. Bult and H. Wallinga, *A Class of Analog CMOS Circuits Based on the Square-Law Characteristic of an MOS Transistor in Saturation*, IEEE Journal of Solid State Circuits, vol. SC-22, No 3, p. 357 à 365, June 1987; T. Miki & al., *Silicon implementation for a novel high-speed fuzzy inference Engine: Mega-Flips Analog Fuzzy Processor*, Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, vol. 1(1), p. 27-42, 1993; et en particulier M. Sasaki et al., *Current-Mode Analog Fuzzy Hardware with Voltage Input Interface and Normalization Locked Loop*, IEICE Trans. Fundamentals. Vol. E75-A No 6, p. 650 à 654, June 1992 et Proc. 1st IEEE Conference Fuzzy Systems, San Diego, p. 451 à 457, March 1992; M. Sasaki & al., *Fuzzy Multiple-Input Maximum and Minimum Circuits in Current Mode and Their Analyses Using Bounded-Difference Equations*, IEEE Transactions on Computers, Vol. 39, No 6, p. 768-774, June 1990.

La création d'algorithmes à logique floue, une fois les divers paramètres et variables données, et la conception de circuits pour leur exécution, notamment sous forme de circuits primaires pour les règles d'inférence et de circuits d'aggrégation des diverses règles d'inférence, faisant partie du travail habituel de l'homme du métier, elles ne seront pas par la suite décrites en détail.

La présente invention porte sur un nouveau type de dispositif de détermination d'une quantité de médicament pour le domaine médical qui est basé sur un concept nouveau permettant au médecin-praticien de personnaliser efficacement le dosage de médicament(s) pour un patient particulier et une thérapie particulière. Par exemple, des microprocesseurs du genre FP 9000 et FP 9001 de la société OMRON, Kyoto, Japan, dont il est fait mention dans l'article de T. Miki & al. (pages 38 à 40) cité ci-avant, peuvent être utilisés dans une réalisation d'un dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon la présente invention, tout comme des circuits de type «current mode» similaires à ceux proposés par M. Sasaki & al. ou K. Bult and H. Wallinga cités ci-avant qui permettent un traitement analogique des divers paramètres et variables.

Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'invention peut être agencé pour traiter en entrée plusieurs informations relatives au(x) médicament(s) et plusieurs informations relatives à l'être vivant auquel ce(s) médicament(s) est destiné.

Pour ce qui concerne les informations relatives aux médicaments, ils comprennent par exemple la valeur de la dose standard donnée par le fabricant du médicament, le nombre d'administrations journalier de cette dose, le temps ou la période d'administration de chaque dose au cours de la journée ou/et un intervalle de temps entre deux doses consécutives. Ces informations peuvent concerner aussi l'organe auquel est destiné le médicament, le débit maximum pour l'administration de ce médicament

et/ou alors la sélection d'une fonction temporelle préprogrammée du débit au cours de l'administration d'une dose. En termes plus généraux, les informations liées à un médicament concernent des données propres à ce médicament, aux organes ou parties du corps concernées par ce médicament et au mode d'administration dans le temps de ce médicament.

Pour ce qui concerne les informations relatives à l'être vivant auquel le médicament est destiné, ils comprennent par exemple des données comme l'âge, le poids, les habitudes relatives à la fumée et à la consommation d'alcool, les allergies, ainsi que des données résultantes d'un diagnostic comme la pression, le rythme cardiaque, la température, la concentration d'une substance dans le sang.

Toutes les informations relatives aux médicaments et à l'être vivant auquel il est destiné sont traitées par l'unité de traitement à logique floue par le moyen de diverses règles d'inférence servant à définir une quantité personnalisée du médicament et un mode d'administration personnalisé de ce médicament dans le temps.

Dans un premier mode de réalisation, l'unité de traitement à logique floue fournit en sortie un seul signal représentatif d'une quantité de médicament personnalisée à administrer. Cette quantité peut concerner la dose à donner chaque fois que le médicament est administré ou alors une quantité à donner à l'être vivant auquel le médicament est destiné sur une certaine période.

Dans un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'unité de traitement à logique floue fournit en outre un deuxième paramètre relatif au mode d'administration dans le temps du médicament.

Selon d'autres caractéristiques particulières de l'invention, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament est agencé pour traiter des données relatives à plusieurs médicaments différents devant être administrés au même être vivant. Dans un tel cas, l'unité de traitement à logique floue peut être agencée de manière que divers effets entre les médicaments prévus soient pris en considération dans le dosage de chaque médicament et dans le mode d'administration dans le temps de chacun de ces médicaments.

Selon d'autres caractéristiques particulières de l'invention, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament est agencé pour traiter des premières informations relatives aux médicaments et à l'être vivant auquel il est destiné et conjointement des deuxièmes informations relatives aux degrés de pertinence des premières informations. Ces degrés de pertinence forment des facteurs de pondération liés respectivement aux premières informations. Ces facteurs de pondération sont pris en considération dans le traitement des données par l'unité de traitement à logique floue et peuvent intervenir dans le calcul du degré de compatibilité ou de satisfaction des diverses règles d'inférence prévues dans le traitement des informations fournies à l'unité de traitement à logique floue et/ou lors de l'agrégation des résultats de ces diverses règles d'inférence. Cette agrégation des résultats peut par exemple être réalisée, dans une étape particulière

du processus, par une union pondérée desdits résultats.

Grâce aux possibilités très étendues de la logique floue, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'invention peut être très performant et intégrer plusieurs informations d'entrée tout en restant relativement simple dans sa structure et peu onéreux dans sa réalisation.

Selon une autre caractéristique particulière de l'invention, l'unité de traitement à logique floue peut être associée à une base de données dans laquelle peuvent être stockées une quantité d'informations concernant les divers organes, les divers médicaments, ainsi que des données relatives à un dispositif d'administration prévu pour l'administration du ou des médicament(s).

La présente invention a encore comme but de fournir un dispositif d'administration de médicaments permettant une administration personnalisée d'au moins un médicament.

A cet effet, la présente invention concerne un dispositif d'administration d'au moins un médicament à un être vivant comprenant des moyens pour l'administration dudit médicament et un circuit de commande de ces moyens, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif selon l'invention pour déterminer une quantité de médicament, ce dispositif de détermination d'une quantité de médicament fournissant ledit signal de sortie audit circuit de commande.

Le dispositif d'administration selon l'invention permet ainsi de déterminer une quantité personnalisée du médicament fluide prévu et de l'administrer de manière automatique et autonome. Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament fournit au circuit de commande au moins une information relative à une quantité personnalisée du médicament fluide à administrer à l'être vivant auquel il est destiné et au moins une information relative à un mode d'administration personnalisé dans le temps de ce médicament fluide à cet être vivant.

Grâce à ces caractéristiques, il est possible d'administrer de manière autonome et personnalisée au cours du temps un médicament à un être vivant.

Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif d'administration est agencé pour administrer sélectivement plusieurs médicaments au moyen de ladite pompe à un être vivant.

Par exemple, la pompe peut être constituée par une micropompe actionnée par un élément piézo-électrique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront également décrits à l'aide de la description suivante, faite en référence aux dessins annexés, donnés à titre d'exemple nullement limitatifs, sur lesquels:

la fig. 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation de l'invention;

la fig. 2 représente schématiquement un deuxième mode de réalisation de l'invention.

A l'aide de la fig. 1, on décrira ci-après un premier mode de réalisation de l'invention.

Sur cette fig. 1 est représenté schématiquement d'une part un dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 et d'autre part une pompe 2 servant à l'administration d'un médicament fluide, cette pompe étant associée à un réservoir 4 et à un circuit de commande 6.

Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 comprend une unité de traitement à logique floue 8 comprenant x entrées $E_1, E_2, \dots, E_x$ et une sortie S . Chacune des entrées E_1 à E_x sont agencées pour recevoir respectivement x paramètres ou informations $I_1, I_2, \dots, I_x$.

Selon l'invention, au moins une des informations I_1 à I_x est relative à un médicament destiné à être administré à un être vivant et au moins une autre information est relative à cet être vivant.

Par être vivant, il est compris essentiellement des personnes humaines ou des animaux.

L'unité de traitement à logique floue 8 est agencée pour fournir un signal de sortie DP représentatif d'une quantité personnalisée du médicament à administrer à l'être vivant auquel il est destiné. Le signal de sortie DP peut définir une dose personnalisée précise ou une dose donnée par une consigne floue qui sera traitée ultérieurement par un médecin ou par le circuit de commande 6.

L'unité de traitement à logique floue 8 est agencée pour traiter de manière floue les diverses informations I_1 à I_x fournies au dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 à l'aide de diverses règles d'inférence prédéterminées avant l'introduction des informations I_1 à I_x . Les résultats donnés par ces règles d'inférence sont traités par l'unité de traitement à logique floue 8 qui fournit alors à sa sortie S un signal de sortie DP dont la valeur dépend des informations I_1 à I_x fournies en entrée.

On notera ici que les diverses règles d'inférence et la manière dont les résultats obtenus par ces règles d'inférence sont agglomérés ensemble peuvent être intégrées dans ladite unité de traitement à logique floue 8 de manière définitive ou, dans un mode de réalisation plus évolué, être au moins introduite partiellement à l'aide d'un interface (non-représenté) permettant d'introduire diverses règles d'inférence ou au moins de varier certains paramètres de traitement de ces diverses règles d'inférence. Dans ce dernier mode de réalisation particulier de l'invention, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 peut répondre à diverses situations différentes et être adaptées à l'administration de divers médicaments de différentes natures avec un haut degré d'efficacité.

Il est possible d'envisager que le fabricant de chaque médicament est à même de fournir un ensemble de données permettant de programmer l'unité de traitement à logique floue 8 par l'intermédiaire dudit interface avant que le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 soit utilisé pour la détermination d'une dose ou d'une quantité personnalisée de ce médicament à administrer à un être vivant déterminé.

Les informations I_1 à I_x peuvent être formées de plusieurs informations relatives au médicament et de plusieurs informations relatives à l'être vivant

auquel le médicament est destiné. A titre d'exemple, les informations relatives au médicament comprennent la valeur d'une dose standard ou d'une quantité du médicament standard à administrer durant une certaine période, cette dose standard ou cette quantité standard étant généralement fournie par le fabricant du médicament, l'organe ou les organes auxquels sont destinés en particulier le médicament, la composition chimique du médicament ou toute autre information susceptible d'influencer la quantité de médicament à administrer à un être vivant déterminé.

Concernant les informations relatives à l'être vivant auquel le médicament est destiné, elles peuvent être très diverses et comprennent par exemple des données relatives à l'âge, le poids, les habitudes de vie, les allergies de cet être vivant, ainsi que des données résultantes d'un diagnostic comme la pression, la température, la concentration d'une substance dans le sang, un organe ou une partie du corps atteinte par une maladie, le nom de cette maladie et toute autre information propre à influencer la quantité de médicament à administrer à cet être vivant.

Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 selon l'invention permet donc de traiter diverses informations relatives à un médicament et à un être vivant auquel ce médicament est destiné de manière à fournir une quantité individualisée de ce médicament à fournir à cet être vivant. Ce dispositif 1 permet ainsi d'établir une thérapie personnalisée pour un certain médicament sur la base d'informations diverses, en particulier d'informations qualitatives concernant l'être vivant soumis à ladite thérapie. De ce fait, la thérapie est rendue plus efficace, les risques secondaires liés au médicament sont minimisés.

On notera ici que le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 peut former un dispositif autonome comprenant des moyens de lecture permettant de lire le signal de sortie DP ou être combinés avec un dispositif d'administration du médicament, en particulier avec une pompe d'administration d'un médicament fluide.

Il est possible de prévoir à l'entrée A du circuit de commande 6 de la pompe 2 un interface de lecture (non-représenté) agencé pour recevoir ledit signal de sortie DP directement du dispositif 1, l'information donnée par ledit signal de sortie DP étant ensuite stockée dans le circuit de commande 6, ce circuit de commande 6 étant alors séparé du dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 lors de l'administration du médicament à l'être vivant auquel il est destiné.

Ainsi, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 peut être entièrement autonome et comprendre son propre dispositif de lecture ou être autonome dans son fonctionnement tout en comprenant un interface adapté à un interface de lecture prévu en entrée du circuit de commande 6 de la pompe 2. Dans un mode de réalisation intégré, le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 1 peut être associé au circuit de commande 6 de manière à former ensemble un seul module électronique.

Sur la base de l'information reçue à l'entrée A du circuit de commande 6, la pompe 2 fournit à sa sortie B une quantité de médicament correspondant au signal de sortie DP.

En se référant à la fig. 2, on décrira ci-après un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Ce deuxième mode de réalisation de l'invention concerne un dispositif d'administration de plusieurs médicaments M_1 , M_2 à M_3 , ce dispositif d'administration de médicaments comprenant un dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11. En outre, ce dispositif d'administration comprend une pompe 18, un circuit de commande 12 de cette pompe 18 associé à une base de données 16. Le circuit de commande 12 comprend une horloge interne 14. La pompe 18 est associée à une unité multicapteur 20.

Il est également prévu un sélecteur 22 ayant ses entrées A, B et C respectivement reliées à trois réservoirs R_1 , R_2 et R_3 au moyen de conduits C_1 , C_2 et C_3 , et sa sortie D reliée à une entrée A de la pompe 18 au moyen d'un conduit C_4 . La sortie B de l'unité multicapteur 20 est destinée à être reliée à un être vivant représenté schématiquement par un bloc 24 à l'aide d'un conduit 26.

On remarquera que la pompe 18 et l'unité multicapteur 20 peuvent former ensemble une seule unité, les capteurs prévus dans l'unité multicapteur 20 n'étant pas nécessairement situés en aval de la pompe 18 relativement à l'écoulement du médicament fluide MF. De même, le sélecteur 22 peut être directement associé à la pompe 18 sans qu'il y ait lieu de prévoir un conduit C_4 de raccord entre le sélecteur 22 et la pompe 18.

Dans le présent mode de réalisation, il est prévu par exemple une pompe 18 formée par une micropompe actionnée par un élément piézo-électrique. Le circuit de commande 12 fournit à ses sorties A et B respectivement deux signaux de commande S_1 et S_2 dont les valeurs sont représentatives d'une fréquence et d'une amplitude d'actionnement de la micropompe 18 au moyen de l'élément piézo-électrique (non-représenté). De plus, le circuit de commande 12 fournit à sa sortie C un troisième signal de commande S_3 transmis à une entrée E du sélecteur 22. L'unité multicapteur 20 fournit au circuit de commande 12 plusieurs signaux de contrôle C_i , $i = 1$ à m . Les signaux de contrôle C_i sont par exemple représentatifs de la pression à la sortie de la micropompe 18, de la température du médicament MF, du débit volumique ou massique de ce médicament MF fourni par cette micropompe.

Dans un mode de réalisation particulier, le circuit de commande 12 comprend un module de commande à logique floue (non-représenté) et les différents signaux de contrôle C_i sont transformés en variables floues traitées par ce module de commande à logique floue.

On remarquera que le circuit de commande 12 peut comporter d'autres sorties non-représentées et fournir d'autres signaux de commande à la pompe 18, au sélecteur 22 et même aux réservoirs R_1 , R_2 , R_3 .

Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 du dispositif d'administration repré-

senté à la fig. 2 comprend une unité de traitement à logique floue 30 associée à une base de données 32. Cette unité de traitement à logique floue 30 est agencée pour recevoir en entrée plusieurs signaux d'informations concernant chacun des médicaments M_1 à M_3 et l'être vivant 24 auquel ces médicaments sont destinés. Parmi les informations concernant les médicaments M_i , $i = 1$ à 3, il est prévu de fournir en entrée pour chacun de ces médicaments la dose standard DS_i , le mode d'administration standard MAS_i , le rythme circadien RC_i pour au moins un organe ou une partie du corps concerné par le médicament M_i , ainsi que d'autres informations ou paramètre AP_i relatifs aux médicaments M_i , $i = 1$ à 3.

Parmi ces autres informations fournies à l'unité de traitement à logique floue 30, on mentionnera par exemple l'organe ou la partie du corps auquel est destiné le médicament M_i , la composition chimique de ce médicament M_i ou encore d'autres informations relatives aux effets secondaires connus pour ce médicament M_i , des incompatibilités avec d'autres médicaments, la quantité maximum administrable à un être vivant particulier et toutes autres informations susceptibles d'influencer la quantité personnalisée DP_i de chaque médicament M_i ou son mode d'administration personnalisé MAP_i fourni par l'unité de traitement à logique floue 30 respectivement aux entrées D et E du circuit de commande 12.

Les informations, fournies en entrée à l'unité de traitement 30, concernant l'être vivant, auquel les médicaments M_i , $i = 1$ à 3, sont destinés, sont désignées sur la fig. 2 par les références P_1 à P_n . Ces informations P_i , $i = 1$ à n , relatives au patient peuvent comporter les mêmes informations que celles décrites ci-avant dans le premier mode de réalisation de l'invention. De plus, il est possible de prévoir des informations concernant des habitudes temporelles de l'être vivant considéré ici et des informations temporelles concernant des organes ou parties corporelles de cet être vivant. De même, il est possible d'introduire des paramètres relatifs à l'état psychique du patient lorsque les médicaments à administrer ont une corrélation avec de telles informations.

On mentionnera ici encore comme informations d'entrée susceptibles d'intervenir dans la détermination des quantités personnalisées DP_i et des modes d'administration personnalisés MAP_i de ces quantités de médicaments un rythme circadien général ou un biorythme global de l'être vivant auquel est destiné le dispositif décrit ici.

Concernant les informations relatives au mode d'administration standard MAS_i pour chaque médicament M_i , il s'agira par exemple d'un nombre de doses à administrer sur une journée ou sur un cycle circadien. L'information relative au mode d'administration peut également concerner un débit maximum ou une courbe caractéristique pour le débit lors de l'administration d'une dose. Dans le cas d'une administration en continu ou en quasi-continu, le mode d'administration MA_i indique le débit standard sous lequel le médicament doit être administré ou alors le taux de répétition standard d'administra-

tion de microdoses. Il est possible de prévoir dans la base de données 32 un ensemble de courbes de débit caractéristiques pouvant être sélectionnées par l'utilisateur du dispositif d'administration selon l'invention.

Pour ce qui concerne le rythme circadien RC_i , on prendra par exemple une variable floue dont le référentiel est divisé en quatre zones floues représentant quatre plages temporelles 20-22, 22-24, 24-26 et 26-28 heures.

On remarquera que l'unité de traitement à logique floue 30 peut traiter dans un premier temps un certain nombre de variables floues, puis transformer certains résultats de ce traitement sous forme de variables définies pouvant être ensuite traitées de manière classique avec d'autres variables d'entrée. Les variables traitées comme variables floues peuvent être entrées dans le dispositif de détermination d'une quantité de médicament comme telles ou être entrées sous forme de variables définies transformées ensuite en variables floues par l'unité de traitement à logique floue 30.

Dans ce deuxième mode de réalisation de l'invention, il est également prévu en entrée du dispositif 11 des signaux de mesures PM_i , $i = 1$ à x , provenant de capteurs 34 associés à l'être vivant 24 auquel est associé le dispositif d'administration selon l'invention. Les signaux de mesures PM_i constituent donc des informations variables dans le temps donnant des indications sur l'évolution de certains paramètres propres à l'être vivant 24. Les signaux de mesures PM_i sont transformés en variables floues par l'unité de traitement à logique floue 30.

A titres d'exemples, les signaux de mesures PM_i sont représentatifs de la pression sanguine, de la température et de la concentration d'une substance dans le sang ou dans une autre partie du corps. Dans une application particulière, un ou plusieurs signaux de mesures PM_i peuvent provenir d'une électromyographie ou de tout autre dispositif de surveillance de l'être vivant, par exemple un électrocardiogramme.

Dans ce mode de réalisation, il est également prévu que le dispositif 11 fournisse au circuit de commande 12 un signal PR_i représentatif d'un degré de priorité de l'administration du médicament M_i , $i = 1$ à 3. Ce degré de priorité permet au circuit de commande 12 de gérer de manière optimale l'administration des divers médicaments M_i lorsque l'administration de plusieurs médicaments intervient au même moment.

On notera que l'information du degré de priorité PR_i de l'administration des divers médicaments à sa raison d'être spécialement lorsque la pompe 18 est agencée pour fournir un débit maximum inférieur à la somme des débits maximum prévus pour les médicaments M_i . De plus, les degrés de priorité PR_i , fournis à l'entrée F du circuit de commande 12, peuvent être également traités par un module de commande à logique floue (non-représenté) compris dans le circuit de commande 12 pour déterminer le fonctionnement optimal de la pompe 18 de manière à minimiser la consommation en énergie du dispositif d'administration selon l'invention.

Concernant le fonctionnement du dispositif d'administration selon l'invention, il est prévu que la base de données 16 comporte les caractéristiques de consommation en énergie de la pompe 18 relativement à divers paramètres propres à cette pompe 18. Dans le cas particulier d'une micropompe actionnée par un élément piézo-électrique, les paramètres déterminants de la consommation sont l'amplitude et la fréquence du signal électrique d'excitation de l'élément piézo-électrique. Ces paramètres caractéristiques déterminent le débit de médicament MF sortant de la micropompe 18.

Le module de commande à logique floue (non-représenté) compris dans le circuit de commande 12 traite les informations provenant du dispositif 11 en association avec les paramètres propres à la pompe 18 de manière à administrer les divers médicaments M_i , $i = 1$ à 3, avec un rendement énergétique optimal, c'est-à-dire en minimisant au mieux la consommation d'énergie tout en garantissant une efficacité thérapeutique et la sécurité requise dans l'administration des divers médicaments M_i .

On notera encore que les signaux de contrôle C_i fournis au circuit de commande 12 par l'unité multicapteur 20 peuvent également être traités par le module de commande à logique floue susmentionné pour intervenir dans la détermination des divers signaux de commande S_1 , S_2 et S_3 fournis par le circuit de commande 12 à la pompe 18 et au sélecteur 22 et/ou assurer le réglage de ces signaux de commande.

Etant donné que le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 reçoit en entrée diverses informations variables dans le temps provenant des capteurs 34 associés à l'être vivant 24, les signaux d'informations DP_i , MAP_i et PR_i fournis par ce dispositif 11 au circuit de commande 12 sont susceptibles de varier au cours du temps.

On notera aussi que dans une variante de réalisation équivalente, les paramètres caractéristiques de la pompe 18 peuvent être introduits dans la base de données 32 associée à l'unité de traitement à logique floue 30 du dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11. Dans ce cas, l'unité de traitement 30 traite ces paramètres caractéristiques de la pompe 18 et de son fonctionnement à rendement optimal conjointement avec les autres informations fournies en entrée de ce dispositif 11. Ainsi, le dispositif 11 fournit un signal pour les quantités de médicaments personnalisées DP_i et pour les modes d'administration personnalisés MAP_i de ces médicaments compatibles avec le fonctionnement et les capacités de pompage de la pompe 18. Dans cette variante de réalisation, l'information concernant les degrés de priorité PR_i dans l'administration des divers médicaments n'a plus de raison d'être étant donné que cette information est déjà intégrée dans le signal d'information concernant le mode d'administration personnalisé MAP_i de chaque médicament M_i .

On remarquera également que l'information relative au mode d'administration personnalisé MAP_i peut également contenir l'information relative à la quantité de médicaments personnalisée DP_i . Dans

ce cas particulier, les signaux DP_i et MAP_i représentés sur la fig. 2 sont confondus.

Il découle plusieurs avantages du deuxième mode de réalisation de l'invention, notamment le fait que non seulement les quantités de médicaments à administrer sont personnalisées, mais également le mode d'administration dans le temps de ces quantités de médicaments.

Le mode d'administration dans le temps de chaque médicament prévu est déterminé en fonction d'au moins certaines informations reçues en entrée par le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11. Ainsi, l'administration dans le temps de chaque médicament est personnalisée, ce qui rend le traitement thérapeutique efficace et permet également de minimiser les quantités de médicaments à administrer à l'être vivant auquel la thérapie est destinée. De plus, en assurant une gestion personnalisée de l'administration du ou des médicament(s), on minimise le risque d'effets secondaires néfastes à l'être vivant considéré.

Le dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'invention est souple et permet une adaptation du traitement thérapeutique en variant les diverses informations relatives à l'être vivant selon l'évolution de ces diverses informations au cours du traitement thérapeutique.

Dans le deuxième mode de réalisation décrit ici, il est également prévu de fournir à l'unité de traitement 30 des informations concernant les degrés d'importance ou de pertinence des informations relatives aux médicaments et des informations relatives à l'être vivant auquel ces médicaments sont destinés. Ces degrés d'importance ou de pertinence sont considérés par l'unité de traitement 30 comme des facteurs de pondération pris en considération dans le traitement des diverses variables effectué par l'unité de traitement 30. A cet effet, il est prévu en entrée de cette unité de traitement 30 un signal PRC_i de pondération du rythme circadien, un signal PAP_i de pondération de l'information AP_i décrite ci-avant, des signaux PP_i , $i = 1$ à n , associés aux informations P_i , $i = 1$ à n , décrits ci-avant, ainsi que des signaux PPM_i , $i = 1$ à x , constituant des facteurs de pondération des signaux de mesures PM_i fournis par les capteurs 34.

Les facteurs de pondération permettent ainsi de donner un poids différent à chacune des informations d'entrée fournies au dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11. Cette caractéristique confère une très grande flexibilité au dispositif 11.

Les informations d'entrée relatives aux médicaments, tout comme les différents facteurs de pondération mentionnés ci-avant peuvent être introduits dans le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 de diverses manières, notamment à l'aide d'un support informatique quelconque.

Pour chaque médicament ou pour chaque combinaison de médicaments, il est possible de prévoir autant de modules appropriés contenant les informations nécessaires à fournir au dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11. Ainsi, pour chaque traitement spécifique pour lequel le dispositif 11 est utilisé, il sera possible, à l'aide d'un

interface approprié, de transmettre ces données à la base de données 32 prévues en association avec l'unité de traitement 30.

On notera que la base de données 32 peut comprendre toutes sortes d'informations utiles, notamment concernant diverses parties et organes du corps humain, les diverses substances constituant un répertoire de médicaments, des données concernant divers effets secondaires et/ou diverses incompatibilités entre certains médicaments. Il est également sans autre possible de stocker dans cette base de données 32 l'ensemble des informations fournies en entrée du dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11.

Dans une variante encore plus évoluée, il est possible d'agencer l'unité de traitement 30 et la base de données 32 de manière à former un système expert ayant une base de connaissances évolutive, capable d'intégrer diverses informations et conclusions apportées lors d'utilisations antérieures du dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11.

Il est possible de prévoir un dispositif d'alarme DA agencé pour fournir en cas de besoin un signal d'alarme A à l'unité de traitement 30. Dans une variante de réalisation, le signal d'alarme A peut être fourni directement au circuit de commande 12. Ainsi, il est possible à tout moment de fournir une dose d'urgence d'un médicament ou de plusieurs médicaments si cela s'avère nécessaire. La quantité de médicaments et le mode d'administration de cette dose d'urgence peut être également déterminée par le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11.

On notera encore que le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 peut former une unité physiquement indépendante de l'ensemble formé par la pompe 18 et le circuit de commande 12 de cette pompe. Dans ce cas, il est prévu un interface entre le dispositif 11 et le circuit de commande 12 permettant de fournir à ce circuit de commande les signaux d'informations prévus avant le début du traitement thérapeutique, ou de fournir ces signaux d'informations avec une fréquence temporelle déterminée ou encore de manière continue tout au long d'un traitement thérapeutique.

Dans le cas où toutes les informations d'entrée du dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 sont constantes, il est sans autre possible que le dispositif 11 forme une unité indépendante pouvant se trouver par exemple chez un médecin traitant, alors que la pompe 18 et le circuit de commande 12 et l'ensemble des autres unités liées à la pompe 18 sont portées durant un traitement thérapeutique par le patient qui y est soumis. Par contre, lorsque le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 reçoit des informations en temps réel provenant de capteurs 34 associés au patient, il est nécessaire que le dispositif de détermination d'une quantité de médicament 11 soit relié au circuit de commande 12 au moins périodiquement.

Finalement, on remarquera que le dispositif d'administration d'un médicament selon l'invention ne se limite pas au cas décrit ci-avant dans lequel il est

prévu une pompe (18) pour l'administration d'un médicament fluide (MF), mais à tout appareil susceptible d'administrer ou de participer à l'administration d'un médicament.

Revendications

1. Dispositif de détermination d'une quantité d'un médicament susceptible d'être administré à un être vivant, ce dispositif comprenant des moyens d'introduction de données, permettant à un utilisateur d'introduire au moins une première information (I_1 ; P_1 à P_n) relative audit être vivant, et une unité de traitement à logique floue (8; 30) agencée pour traiter au moins ladite première information et au moins une deuxième information (I_2 ; DS_i , MAS_i , RC_i , AP_i) relative audit médicament et pour fournir au moins un signal de sortie (DP ; DP_i) représentatif d'une quantité personnalisée dudit médicament et dépendant desdites première et deuxième informations.

2. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est agencé pour traiter un premier groupe d'informations (P_1 à P_n) relatives audit être vivant, ledit signal de sortie dépendant des informations dudit premier groupe d'informations et de ladite deuxième information (I_2).

3. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est agencé pour traiter un deuxième groupe d'informations (DS_i , MAS_i , RC_i , AP_i) relatives audit médicament, ledit signal de sortie dépendant des informations desdits premier et deuxième groupes d'informations.

4. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit deuxième groupe d'informations comprend au moins une information relative à une quantité standard (DS_i) dudit médicament et au moins une information (MAS_i) relative à un mode d'administration dans le temps dudit médicament.

5. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que ladite unité de traitement à logique floue est agencée pour traiter notamment au moins une information relative au biorhythme d'un organe de l'être vivant auquel est destiné ledit médicament.

6. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que ladite unité de traitement à logique floue est agencée pour traiter en outre au moins une information relative au rythme circadien de l'être vivant auquel est destiné ledit médicament ou au rythme circadien d'un organe de cet être vivant auquel est destiné ledit médicament.

7. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce qu'il est agencé pour traiter en outre un troisième groupe d'informations (PP_1 à PP_n) constitué par des facteurs de pondération associés respectivement auxdites informations dudit premier groupe d'informations, ce dispositif fournissant au moins un signal de sortie dépendant également dudit troisième groupe d'informations.

8. Dispositif de détermination d'une quantité de

médicament selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce qu'il est agencé pour traiter en outre un quatrième groupe d'informations (PRC_i , PAP_i) constitué par des facteurs de pondération associés au moins partiellement auxdites informations dudit deuxième groupe d'informations, ce dispositif fournissant un signal de sortie dépendant également dudit quatrième groupe d'informations.

9. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendication précédente, caractérisé en ce que ladite unité de traitement à logique floue est agencée pour fournir en outre un signal de sortie (MAP_i) relatif à un mode d'administration personnalisé dans le temps dudit médicament pour ledit être vivant.

10. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est agencé pour traiter conjointement des informations relatives à plusieurs médicaments différents (M_1 , M_2 , M_3), ce dispositif fournissant en sortie, pour chacun desdits médicaments différents, au moins une information (DP_i , $i = 1, 2, 3$) représentative d'une quantité personnalisée de ce médicament, cette information dépendant d'au moins une information (P_1 à P_n) relative audit être vivant et d'au moins une information (DS_i , MAS_i , RC_i , AP_i) relative à ce médicament fournies à ladite unité de traitement à logique floue (30).

11. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite unité de traitement à logique floue (30) est associée à une base de données (32) comprenant diverses données sur ledit médicament et/ou un organe auquel ce médicament est destiné.

12. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de lecture recevant ledit signal de sortie et fournissant audit utilisateur au moins une information relative à ladite quantité personnalisée dudit médicament.

13. Dispositif de détermination d'une quantité de médicament selon les revendications 9 et 12, caractérisé en ce que lesdits moyens de lecture fournissent également audit utilisateur au moins une information relative audit mode d'administration personnalisé dans le temps dudit médicament.

14. Dispositif d'administration d'au moins un médicament (M_1 , M_2 , M_3) à un être vivant (24) comprenant des moyens (18) pour l'administration dudit médicament et un circuit de commande (12) de ces moyens, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif (1; 11) pour déterminer une quantité de médicament selon l'une des revendications 1 à 13, ce dispositif de détermination d'une quantité de médicament fournissant ledit signal de sortie (DP ; DP_i , MAP_i) audit circuit de commande.

15. Dispositif d'administration selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un capteur (20) prévu en sortie desdits moyens (18) pour l'administration dudit médicament, ce capteur fournissant audit circuit de commande

(12) un signal de contrôle (C_i , $i = 1$ à m) servant au réglage d'au moins un signal de commande (S_1 , S_2 , S_3) fourni par ce circuit de commande auxdits moyens pour l'administration du médicament.

16. Dispositif d'administration selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que ledit dispositif de détermination d'une quantité de médicament (11) fournit audit circuit de commande (12) au moins une information (DP_i) relative à une quantité personnalisée dudit médicament (M_1 , M_2 , M_3) à administrer audit être vivant (24) et au moins une information (MAP_i) relative à un mode d'administration personnalisé dans le temps de ce médicament à cet être vivant.

17. Dispositif d'administration selon la revendication 16, caractérisé en ce que lesdits moyens (18) pour l'administration dudit médicament sont formés par une pompe, et en ce qu'il est agencé pour administrer sélectivement plusieurs médicaments (M_1 , M_2 , M_3) au moyen de ladite pompe (18) audit être vivant (24).

18. Dispositif d'administration selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit dispositif de détermination d'une quantité de médicament (11) est agencé pour fournir audit circuit de commande (12) des signaux de priorité relatifs auxdits plusieurs médicaments (M_1 , M_2 , M_3), ledit circuit de commande comportant un module de commande à logique floue agencé pour traiter lesdits signaux de priorité en fonction de caractéristiques propres à ladite pompe et des informations, reçues par ledit circuit de commande, relatives au mode d'administration personnalisé (MAP_i , $i = 1, 2, 3$) dans le temps de chacun desdits plusieurs médicaments, ledit circuit de commande fournissant au moins un signal de commande (S_1 , S_2) à ladite pompe (18) dépendant desdits signaux de priorité.

19. Dispositif d'administration selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs réservoirs (R_1 , R_2 , R_3) prévus respectivement pour lesdits plusieurs médicaments (M_1 , M_2 , M_3), ce dispositif d'administration comportent en outre un sélecteur (22) comprenant plusieurs entrées (22A, 22B, 22C) reliées respectivement auxdits plusieurs réservoirs par des conduits d'entrée (C_1 , C_2 , C_3) et une sortie (22D) reliées à ladite pompe (18) par un conduit de sortie (C_4), ledit circuit de commande (12) étant agencé pour commander ledit sélecteur conjointement à ladite pompe.

20. Dispositif d'administration selon l'une des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que ledit circuit de commande (12) est associé à une base de données (16) relatives aux caractéristiques de consommation en énergie dedits moyens (18) pour l'administration dudit médicament, ce circuit de commande comprenant un module de commande à logique floue permettant de commander ces moyens avec un rendement énergétique optimal.

21. Dispositif d'administration selon la revendication 18 ou 19, caractérisé en ce que ledit circuit de commande (12) est associé à une base de données (16) relatives aux caractéristiques de consommation en énergie de ladite pompe (18), ledit module de commande à logique floue étant agencé pour traiter en outre lesdites données relatives aux

caractéristiques de consommation en énergie conjointement auxdits signaux de priorité et auxdites informations relatives aux modes d'administration dans le temps desdits plusieurs médicaments de manière à commander ladite pompe avec un rendement optimal.

22. Dispositif d'administration selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que ledit dispositif de détermination d'une quantité de médicament (11) a une entrée reliée à un capteur (34) associé audit être vivant (24), ce capteur fournissant audit dispositif de détermination d'une quantité de médicament un signal (PM_i , $i = 1$ à x) en temps réel qui est transformé par ladite unité de traitement à logique floue (30) en une variable floue, ledit signal de sortie (DP_i , MAP_i , PR_i) fourni audit circuit de commande (12) dépendant de cette variable floue.

23. Dispositif d'administration selon l'une quelconque des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif d'alarme (DA) permettant l'administration d'une dose d'urgence audit être vivant (24) relié auxdits moyens (18) d'administration dudit médicament.

Fig.1

