

(11) *Número de Publicação:* **PT 737080 E**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
A61M005/172 A

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de depósito: 1994.12.28	(73) Titular(es): ZAMBON GROUP S.P.A. VIA LILLO DEL DUCA 10 20091 BRESSO, MILAO IT
(30) Prioridade: 1993.12.29 FR 9316022	
(43) Data de publicação do pedido: 1996.10.16	(72) Inventor(es): FABIEN VIALLET FR
(45) Data e BPI da concessão: 1999.11.10	(74) Mandatário(s): ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) Epígrafe: PROCESSO DE INJECCÃO CONTROLADA POR UMA BOMBA DE PERFUSÃO

(57) Resumo:

Resumo



DESCRIÇÃO

“Processo de injeção controlada por uma bomba de perfusão”

Domínio técnico

O presente invento refere-se a um processo de injeção controlada de líquido num tubo utilizado num sistema do tipo que compreende uma fonte de líquido a injectar ligada ao tubo, a montante deste, uma bomba, que actua por pressão, exercida sobre o tubo para injectar o líquido, proveniente da fonte de líquido para jusante do tubo, um motor rotativo de corrente contínua, para accionar a bomba e obter uma quantidade de líquido injectado, em função do ângulo que o motor rodou e uma unidade de comando do motor, transmitindo o motor impulsos para unidade de comando, cuja frequência é proporcional à velocidade do motor.

Estado da técnica

Cada vez mais doenças humanas são tratadas por injeção de uma substância medicamentosa no corpo do paciente. Assim, no tratamento de diabetes, é necessário dar injeções regulares de insulina ao paciente. Outras doenças, tais como o cancro, são igualmente tratadas por injeção de substâncias medicamentosas. Mas as injeções regulares por agulha e seringa colocam numerosos problemas, tais como a regularidade das injeções a respeitar e, sobretudo, o problema causado pelos danos cutâneos, ocasionados pelas múltiplas injeções efectuadas.

A solução foi pois para o paciente de ter um tratamento contínuo graças a uma agulha de perfusão colocada de modo estável na entrada do cateter, implantado no paciente, em geral por meio de uma câmara implantada, ligada a uma bomba.

A melhoria conseguida por esta técnica foi que o paciente traz a bomba consigo, num bolso ou pendurada num cinto. A bomba, accionada por um pequeno motor eléctrico, injecta de maneira contínua a substância medicamentosa no cateter e, portanto, fornece a quimioterapia necessária ao paciente, sem ele ter de usar injeções por agulha e seringa contínuas.

Seja qual for o sistema mecânico utilizado pelas bombas de injeção de uma

substância medicamentosa (peristáltica, nutação, êmbolo, excêntrico...), uma injeção contínua traduz-se por uma fragmentação do volume a libertar em pequenas quantidades injectadas com intervalos regulares. Esta técnica de fragmentação é necessária porque os volumes injectados são pequenos para durações geralmente longas, sobretudo quando se trata de sistemas ambulatorios e portáteis. A fim de se aproximar de um funcionamento contínuo, o processo é sempre o mesmo: a bomba injecta, no tubo ligado à agulha de perfusão, uma quantidade de substância medicamentosa chamada bolus, sempre idêntica, por exemplo, 25 μ l ou 50 μ l. Só o período de fragmentação pode ser modificado, de maneira a obter um tratamento num período mais ou menos longo.

O método atrás indicado tem a vantagem de necessitar uma gestão de comando do motor relativamente simples. Mas apresenta o inconveniente dos resultados farmacocinéticas não serem sempre adaptados ao tratamento. Com efeito, como o bolus mínimo é fixo, uma injeção de um pequeno volume (50, 100 ml) de substância medicamentosa, tendo que se fazer durante um período longo (4 ou 5 dias), necessita obrigatoriamente de longos períodos de fragmentação. Assim, se o tratamento exige uma injeção de 100 ml durante 5 dias, o débito teórico é de 0,83ml/h ou 13,88 μ l/mn. Mas como o sistema fornece um bolus de 50 μ l, é preciso um período de 3min 36 s., isto é, que o sistema libertará 50 μ l todos os 3min 36 s.

Este tipo de comando não dá bons resultados de um ponto de vista da farmacocinética, porque a perfusão traduz-se por uma grande variação de concentração de produto injectado entre duas injeções, como mostrado na figura 1. A cada injeção representada no primeiro gráfico, pelos impulsos espaçados no tempo por um período de fragmentação, a concentração da substância medicamentosa injectada no organismo do paciente aumenta até uma concentração máxima C_{max} . Então, depois desta injeção e até à seguinte, a concentração diminui até uma concentração mínima C_{min} .

A fim de diminuir ao máximo a relação C_{max}/C_{min} , é preciso aproximar as injeções o mais possível, o que obriga a injectar boli elementares mais pequenos e um período de fragmentação mais curto. Isto só é realizável com sistemas mecânicos do "tipo contínuo", dotados de um comando motor elaborado, a fim de obter precisões aceitáveis. Em função dos débitos pedidos, é necessário poder fazer variar os dois parâmetros que são o bolus e o período de fragmentação ou somente o bolus se o período escolhido for aceitável em todos os casos.



Mas este tipo de comando exige uma grande precisão de cada injeção, o que leva à necessidade de dispor de um material volumoso e de um suporte lógico complicado (do tipo PID) para um servocomando de posição e/ou de velocidade. Por outro lado, atendendo ao facto do material ser pesado e volumoso e do suporte lógico levar muito tempo de CPU, são ambos grandes consumidores de energia, o que não é nada adaptado às bombas ambulatorias, que dispõem apenas de pilhas para a alimentação do conjunto.

Foi por isso que se procurou utilizar métodos de perfusão com a ajuda de bombas ambulatorias, que permitem controlar e regular a injeção do líquido, utilizando em cada fase de funcionamento uma correcção com base na quantidade de líquido injectado, durante a fase de funcionamento anterior. Assim, a patente EP-A-285.403 descreve uma bomba de perfusão, que executa um método, no qual se conta o número de impulsos, quando o motor é alimentado, e o número de impulsos, depois da paragem da alimentação até à paragem completa do motor. Adicionam-se estes dois números para comparar o número total de impulsos, efectivamente obtido, com o número de impulsos teórico, que devia ser obtido quando da fase de funcionamento considerada. A diferença é então tomada em consideração quando da fase de funcionamento seguinte. Infelizmente, este método não permite reduzir o erro absoluto a zero ou a um valor próximo do zero, atendendo a que não se obtém uma distribuição homogénea no momento dos impulsos transmitidos pelo motor da bomba.

Exposição do invento

Um primeiro objectivo do invento é, portanto, fornecer um processo de injeção de líquido num tubo, que permite obter uma distribuição do líquido sensivelmente homogénea ao longo do tempo.

Um outro objectivo do invento é fornecer um processo de injeção de líquido num tubo com o auxílio de um motor, que fornece impulsos a uma bomba, utilizando em cada fase do funcionamento uma correcção, que permite reduzir o erro absoluto a um valor próximo do zero.

Ainda um outro objectivo do invento é realizar um processo de injeção de uma substância medicamentosa por meio de uma bomba ambulatoria, que permite ter uma relação entre a concentração máxima e a concentração mínima da



substância no organismo do paciente muito próxima de um.

O objectivo do invento é portanto um processo caracterizado por compreender os passos seguintes, executados em cada fase n de funcionamento do motor: contar os impulsos transmitidos pelo motor e fornecer um sinal de corte da alimentação do motor, quando o número de impulsos atinge um valor de regulação V_n , contar o número de impulsos m transmitidos pelo motor entre o corte da sua alimentação e a sua paragem, realizar a soma $V_n + m$ e acrescentá-la à soma total N_n dos impulsos acumulados desde o primeiro arranque do motor, subtrair desta soma assim obtida um valor teórico igual ao produto de um número predeterminado por n , de maneira a obter um erro algébrico e substituir o valor de regulação por um novo valor, que é função da diferença entre o número predeterminado e o erro algébrico, de maneira a que o erro algébrico seja aproximadamente o mesmo em cada fase de funcionamento do motor. Em cada fase de funcionamento, este novo valor é igual à diferença entre o número predeterminado e um número igual à soma do erro algébrico e de uma constante predeterminada, definida como sendo o número médio de impulsos, transmitidos pelo motor entre o corte da sua alimentação e a sua paragem, quando o número total de impulsos transmitidos pelo motor é igual ao número predeterminado.

Breve descrição dos desenhos

Os fins, os objectivos e as características do invento serão melhor compreendidos com a leitura da descrição que se segue, feita com referência aos desenhos, nos quais:

a figura 1 representa os gráficos em relação ao tempo dos impulsos de injeção de uma substância medicamentosa e da concentração, resultante de substância no organismo do paciente,

a figura 2 representa num mesmo gráfico em relação ao tempo, as curvas do comando motor, dos impulsos transmitidos em retorno pelo motor e da velocidade do motor,

a figura 3 representa esquematicamente um primeiro modo de realização do invento, que utiliza um microcontrolador, e

a figura 4 representa esquematicamente um segundo modo de realização do



invento, que utiliza um microprocessador.

Descrição detalhada do invento

Como foi mencionado anteriormente, um dos objectivos do invento é obter uma relação entre as concentrações máxima e mínima (ver figura 1) da substância medicamentosa no organismo do paciente, que seja a mais próxima de 1.

Para chegar a este resultado é útil, em primeiro lugar, compreender o funcionamento de um motor de corrente contínua, utilizado para o comanda da bomba referida na figura 2. De maneira geral, quando o motor está na fase de funcionamento representada pela curva 1, transmite impulsos de codificador à unidade de comando.

Como representado pela curva II, quando o motor é posto em funcionamento, o mesmo acelera até atingir a sua velocidade nominal V_n ao fim de um certo tempo, como representado na curva III. Depois, o mesmo fica nessa velocidade nominal até ao corte da alimentação. Após este corte, o mesmo desacelera até à sua paragem total. Há, portanto, transmissão de impulsos pelo motor durante todo o tempo que o mesmo é comandado, mas igualmente durante a fase de desaceleração, após o corte da alimentação. Para impedir que a concentração da substância medicamentosa não desça muito baixo, a lógica exige que se diminua o período de fragmentação (ver figura 1) ao mesmo tempo que se diminui também a quantidade da substância medicamentosa injectada em cada arranque do motor. Mas, como acabámos de ver com referência à figura 2, o motor apresenta uma fase de desaceleração após o fim do comando do motor, durante a qual a bomba continua a injectar o medicamento e que é impossível de conhecer com precisão, a não ser que se disponha de meios muito sofisticados como já foi mencionado, incompatíveis com uma bomba portátil. Quanto mais se diminui o período de fragmentação, mais se aumenta a frequência de arranque do motor e mais se aumenta o erro de precisão em relação à quantidade injectada, devido às fases de desaceleração do motor.

O princípio do invento consiste, portanto, em comandar o período de funcionamento do motor em cada arranque, de maneira a compensar o erro acumulado anteriormente, isto graças à transmissão dos impulsos (gerados por um codificador óptico ou um codificador magnético) pelo motor para a unidade de comando.



Começa-se por determinar um período de fragmentação curto, que impede a concentração da substância medicamentosa de descer demasiado baixo. Geralmente, é preciso escolher este período muito abaixo da metade da vida da substância injectada. Conhecendo o volume total a injectar, determina-se o volume basal ou bolus a injectar em cada período. Este volume basal é facilmente convertido em número de impulsos do codificador, pois conhece-se o volume libertado por rotação do motor e, portanto, o volume injectado por cada impulso. Conhece-se, portanto, o número de impulsos teóricos que corresponde ao funcionamento do motor por cada período de fragmentação. O processo vai portanto consistir em rectificar, em cada arranque do motor, o número de impulsos teóricos de comando do motor pelo erro absoluto do número acumulado de impulsos, erro devido ao período de desaceleração do motor, cuja duração é impossível de calcular com precisão, de maneira a obter um valor de regulação (em número de impulsos) de comando motor.

O exemplo que se segue permitirá compreender melhor o princípio do invento. Suponhamos que o período de fragmentação escolhido para o tratamento tinha permitido determinar um número teórico de 10 impulsos, durante os quais o motor deve ser comandado a cada fase M de funcionamento.

Os valores das diferentes variáveis (valor de regulação, erro relativo, erro absoluto,...) durante as fases de funcionamento são dados no quadro I.

Fase de funcionamento	1	2	3	4	5	6	7	8
valor de regulação	10	4	7	6	6	7	6	6
número de impulsos da fase	16	7	11	10	9	11	10	10
erro relativo	6	3	4	4	3	4	4	4
número de impulsos acumulados	16	23	34	44	53	64	74	84
erro absoluto	6	3	4	4	3	4	4	4

Em cada fase de funcionamento, o valor da regulação é igual a 10 (número teórico de comando motor), diminuído do erro em relação ao número total de impulsos desejado, para respeitar a cronoterapia. Assim, na fase 2, o erro sendo de 6, o valor de regulação é 4. Na fase 3, o erro sendo de 3, o valor de regulação é estabelecido em 7... e assim sucessivamente. Nota-se, pela leitura do quadro anterior, que o erro acumulado tende a estabilizar-se em 4 ou mais genericamente



entre 3 e 5. Um tal erro corresponde, no fim de tratamento, a algumas centenas de nanolitros, portanto desprezável comparado com os 50 ou 100 ml injectados no total. Há que notar que este erro está directamente ligado ao momento de inércia do motor, portanto à velocidade atingida pelo motor quando se corta a alimentação do motor.

Pela leitura dos números do exemplo em cima, nota-se que o erro absoluto é de facto igual ao erro relativo (número de impulsos reenviados pelo motor durante a fase de desaceleração). Isto é devido ao facto de que:

se N_n é o número de impulsos acumulados na fase n , V_n o valor de regulação e e_n é o erro relativo na fase n , o número de impulsos acumulados na fase n é igual a

$$N_n = N_{n-1} + V_n + e_n$$

e portanto o erro absoluto na fase n é igual a

$$E_n = N_n - 10.n$$

ou seja

$$E_n = N_{n-1} + V_n + e_n - 10.n$$

e como em cada fase o novo valor de regulação é calculado subtraindo de 10 o erro absoluto anterior, ou seja:

$$V_n = 10 - [N_{n-1} - 10.(n-1)]$$

$$V_n = 10.n - N_{n-1}$$

conclui-se

$$E_n = e_n$$

Portanto a cada fase, o erro absoluto é igual ao erro relativo, quer dizer ao número de impulsos da fase de desaceleração do motor.

Como foi mencionado anteriormente, o número de impulsos reenviados pelo



motor não é um valor que possa ser determinado com exactidão. É, no entanto, possível conhecer o seu valor aproximado. É por isso que o processo que acaba de ser descrito pode ser melhorado, introduzindo um valor de rectificação predeterminado no cálculo do valor de regulação. O valor de regulação é, em cada fase, igual ao número teórico de impulsos, diminuído do erro absoluto anterior, ao qual se acrescenta uma constante predeterminada, que permite obter um número total de impulsos (incluindo a fase de desaceleração), aproximadamente igual ao número teórico. Assim, sempre dentro da hipótese de um valor teórico de 10 impulsos, por cada fase de funcionamento, e considerando uma constante de rectificação de 4, os valores das diferentes variáveis (valor de regulação, erro relativo, erro absoluto,...) durante as fases de funcionamento são dados no quadro II seguinte.

Fase de funcionamento	1	2	3	4	5	6	7	8
valor de regulação	6	6	5	7	6	6	5	7
número de impulsos da fase	10	11	8	11	10	11	8	11
erro relativo	4	5	3	4	4	5	3	4
número de impulsos acumulados	10	21	29	40	50	61	69	80
erro absoluto	0	1	-1	0	0	1	-1	0

É ainda aqui interessante calcular o erro absoluto, para constatar que se deduz directamente do erro relativo.

Se N_n é o número de impulsos acumulados na fase n , V_n o valor de regulação e e_n é o erro relativo na fase n , o número de impulsos acumulados na fase n é igual a

$$N_n = N_{n-1} + V_n + e_n$$

e portanto o erro absoluto na fase n é igual a

$$E_n = N_n - 10.n$$

ou seja

$$E_n = N_{n-1} + V_n + e_n - 10.n$$

e como em cada fase o novo valor de regulação é calculado subtraindo de 10, o erro absoluto anterior aumentado da constante 4, ou seja:



$$V_n = 10 - [N_{n-1} - 10 \cdot (n-1)] - 4$$

$$V_n = 10 \cdot n - N_{n-1} - 4$$

concluí-se

$$E_n = e_n - 4$$

Constata-se, portanto, que basta ainda considerar o erro relativo da fase anterior, para calcular o valor de regulação para cada fase, exceptuando a primeira fase em que o valor de regulação é igual ao número de impulsos teóricos, diminuído da constante predeterminada.

A fim de melhorar o processo, pode prever-se ter várias tensões de alimentação do motor, que podem ser seleccionadas, permitindo uma maior margem de utilização. Efectivamente, quanto mais fraca é a tensão, menos importante é o erro devido a uma velocidade nominal mais fraca.

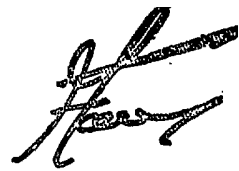
No modo de realização preferido do invento, o motor a corrente contínua alimentado a 5V comanda a bomba com uma redução de 1/27 e um codificador óptico, que fornece 16 impulsos por rotação do motor.

Com características de bomba tais que a quantidade de líquido injectada em cada rotação da bomba seja de 25 μ l, a quantidade injectada por cada impulso é então de 25 μ l / 27 x 16 = 57,87 nl.

Se for escolhido um período de fragmentação de 5 s, isto é, se o motor é posto em funcionamento todos os 5 s, e tomando um número de impulsos teórico igual a 10 em cada fase de funcionamento, a quantidade de substância medicamentosa injectada por hora será de

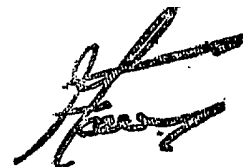
$$57,87 \text{ nl} \times 10 \times 720 = 416,66 \mu\text{l}$$

Com a mesma bomba, mas escolhendo um número de impulsos teórico igual a 20, obtém-se uma quantidade horária de 883,32 μ l. Assim, com um mesmo período de fragmentação, mas escolhendo um número de impulsos teórico diferente, é possível adaptar a cronoterapia de acordo com o tratamento desejado.



O processo do invento pode ser implementado de maneira geral pelo sistema representado na figura 3. A unidade de comando é um microcontrolador, que fornece a alimentação V ao motor 12, por meio do comutador 14. O microcontrolador tem em memória o valor do número de impulsos teórico a fornecer em cada fase de funcionamento do motor. No arranque de uma fase de funcionamento, o microcontrolador envia um sinal de validação na linha 16 para fechar o comutador 14 e alimentar o motor 12. O codificador 18 transmite em retorno os impulsos ao microcontrolador 10. Estes são descontados do valor de regulação até ao valor 0. Com este valor, o microcontrolador deixa de transmitir o sinal de validação na linha 16 e o motor 12 não é mais alimentado. Durante a fase de desaceleração, os impulsos transmitidos pelo codificador 18 são contados para determinar o erro relativo, o qual vai servir para calcular o erro absoluto e o novo valor de regulação a aplicar, quando da fase de funcionamento seguinte.

O modo de realização preferido do invento pode ser realizado pelo sistema representado na figura 4. Nesta realização, a unidade de comando é simplesmente um microprocessador 20. Da mesma maneira que anteriormente, a tensão de alimentação é fornecida ao motor 22 por intermédio de um comutador 24. Um contador/diminuidor 26 recebe de/ou transmite os seus dados para o microprocessador 20, por meio de um bus 28 de 8 bits, sendo feito o comando de escrita ou de leitura por meio das linhas de comando 30. No arranque de uma fase de funcionamento do motor, o valor de regulação igual a um número de impulsos teóricos, diminuído de uma constante predeterminada é carregado no contador/diminuidor 26. Sendo activada a saída 32 deste último somente quando o contador está vazio, a mesma está portanto em 0, e é fornecido um 1 na saída do inversor 34, o que tem por efeito fechar o comutador 24, permitindo a alimentação do motor 22. Por consequência, o codificador 36 transmite impulsos. Devido ao facto da saída do inversor 34 estar em 1, a porta ET 38 está aberta, enquanto que a porta ET 40, ao receber um 0 na saída da linha 32, está fechada. Os impulsos transmitidos pelo codificador 36 são portanto fornecidos, através do circuito ET 38, na entrada de desconto DEC do contador/diminuidor 26. Quando o contador/diminuidor 26 atinge o valor 0, um sinal 1 é enviado para a linha 32, que torna aberta a porta ET 40, mas fecha a porta ET 38, devido ao facto da saída do inversor 34 estar em 0. Por outro lado, a saída em 0 do inversor 34 abre o comutador 24 e corta a alimentação do motor 22. Os impulsos fornecidos pelo codificador 36, durante a fase de desaceleração do motor, são portanto transmitidos, através da porta ET 40, à entrada de contagem COM do



contador/diminuidor 26. No fim da fase de desaceleração, o valor atingido pelo contador 26, lido pelo microprocessador 20 por meio do bus 28, é subtraído do número teórico de impulsos (10 nos exemplos dados em cima) de maneira a obter o novo valor de regulação a carregar no contador/diminuidor 26 no arranque da fase seguinte.

O suporte lógico necessário para implementar o processo do invento no sistema representado na figura 4 é muito simples. Efectivamente, começa-se por fornecer as constantes do sistema, ou seja:

- o volume injectado por rotação do motor
- o número de impulsos por rotação do motor

A partir destas constantes, o suporte lógico determina facilmente, em função da duração do tratamento e do volume total a libertar durante o tratamento, o número de impulsos a gerar em cada período ou valor de regulação, seja

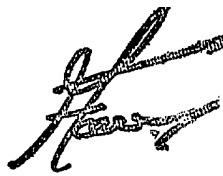
$$\text{NIP} = \text{número de impulsos por período}$$

O suporte lógico é em seguida simplesmente composto pelas instruções seguintes, expostas em cada fase do funcionamento do motor

leitura do contador → ERR
repôr a zero o contador
cálculo de $\text{NIP} - \text{ERR} = \text{VAL}$ (valor de regulação)
carregamento de VAL no diminuidor

Se for diminuído o valor de regulação na primeira fase de um valor de rectificação, com o objectivo de diminuir o valor do erro como se mencionou anteriormente, é preciso estabelecer o valor de débito da variável NIP, não igual ao número de impulsos a obter por período, mas a este número diminuído do valor de rectificação.

A fim de melhorar o processo executado pelo sistema representado na figura 4, é possível associar um suporte lógico de auto-adaptação. Com efeito, devido ao facto dos parâmetros poderem ser diferentes, de acordo com a aplicação (grande débito, pequeno débito...) e que os componentes utilizados (tubo silicone, motor, relação de redução...) poderem ser diferentes, é obtida uma resposta do motor,



representada por um número de impulsos depois do corte de alimentação, que é diferente de acordo com os casos.

O suporte lógico de auto-adaptação compreende, em primeiro lugar, uma sequência de aprendizagem, ao longo da qual se determina o número de impulsos gerados, depois o corte de alimentação do motor para os valores de regulação progressivos.

Valor de regulação	Número de impulsos durante a desaceleração
1 impulso	n1
10 impulsos	n10
50 impulsos	n50
100 impulsos	n100
200 impulsos	n200
500 impulsos	n500

Determina-se o valor n_i para um número i de impulsos suficiente para que o motor atinja a sua velocidade nominal. O número de impulsos máximo pode ser 200, 500 ou até 1000.

Em seguida, a partir dos valores n_1 , n_{10} , n_{50} ..., o suporte lógico faz uma interpolação linear para cada par de 2 valores de regulação sucessivos, de maneira a determinar um número n para um valor de regulação qualquer.

Os valores n_i que foram assim determinados são utilizados quando de uma perfusão, para determinar a constante a subtrair do valor de regulação teórico, para lhe tirar o valor de regulação real a aplicar em cada fase de funcionamento do motor.

Mas, pode-se igualmente prever uma terceira fase do suporte lógico de auto-adaptação, que consiste em estabelecer uma tabela, na qual se determina o valor de regulação a aplicar, diminuindo do valor de regulação teórico o número de impulsos correspondente, obtido na sequência de aprendizagem do suporte lógico. Assim, a tabela obtida incluirá o valor do erro relativo a aplicar para cada valor de regulação teórico, tal como aparece no quadro II acima.

Ainda que no modo de realização preferido, o processo do invento seja

implementado, em parte por meio de um suporte lógico (no microprocessador da figura 4) e em parte por meio de material, está ao alcance do perito da técnica implementar este processo somente por meio de circuitos lógicos. Mas, com os progressos da miniaturização dos dispositivos de semicondutores, é mais aconselhável utilizar a potência de um microprocessador para efectuar certas funções com a ajuda de um suporte lógico.

Lisboa, -9. FEV. 2000

Por ZAMBON GROUP S.p.A.

- O AGENTE OFICIAL -

o ADJUNTO



ENG.º ANTÓNIO JOÃO DA CUNHA FERREIRA Ag. Of. Pr. Ind. Rua das Flores, 74 - 4.º 1200 LISBOA
--



REINVIDICAÇÕES

1 - Processo de injeção controlada de líquido num tubo num sistema de injeção, do tipo que compreende uma fonte do líquido a injectar, ligada ao dito tubo a montante do mesmo, uma bomba do tipo peristáltico, que actua por pressão no tubo para injectar o líquido proveniente da fonte de líquido para jusante do dito tubo, um motor rotativo de corrente contínua (12, 22), para accionar a dita bomba durante fases de funcionamento sucessivas e obter uma quantidade de líquido, injectado no dito tubo, que é função do ângulo que o dito motor rodou, e uma unidade de comando (10, 20) do motor, transmitindo o dito motor à dita unidade de comando impulsos, cuja frequência é proporcional à velocidade do dito motor; compreendendo o dito processo os passos seguintes, efectuadas pela dita unidade de comando em cada fase n de funcionamento do dito motor:

contar os impulsos transmitidos pelo dito motor e fornecer um sinal de corte de alimentação do dito motor, quando o número de impulsos atinge um valor de regulação V_n ,

contar o número de impulsos m transmitidos pelo dito motor entre o corte da sua alimentação e a sua paragem,

realizar a soma $V_n + m$ e acrescentá-la à soma total N_n dos impulsos acumulados desde o primeiro arranque do motor,

subtrair desta soma N_n assim obtida um valor teórico igual ao produto de um número predeterminado por n , de maneira a obter um erro algébrico, e

substituir o valor de regulação por um novo valor, que é função da diferença entre o dito número predeterminado e o dito erro algébrico, de maneira a que o dito erro algébrico seja aproximadamente o mesmo em cada fase de funcionamento do dito motor;

sendo o dito processo caracterizado em que em cada fase de funcionamento, o dito novo valor é igual à diferença entre o dito número predeterminado e um número igual à soma do dito erro algébrico e de uma constante predeterminada, definida como sendo o número médio de impulsos, transmitidos pelo dito motor (12, 22) entre o corte da sua alimentação e a sua paragem, quando o número total de impulsos transmitidos pelo dito motor é igual



ao dito número predeterminado.

2 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que, no primeiro arranque do dito motor (12, 22), o dito valor de regulação m é estabelecido com um valor igual ao dito número predeterminado menos a dita constante predeterminada.

3 - Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, em que a dita constante predeterminada é determinada automática e anteriormente à injeção do líquido pela dita unidade de comando (10, 20), tendo em conta os parâmetros da injeção a efectuar e as características da dita bomba e do dito motor rotativo no momento da dita injeção.

4 - Processo de acordo com a reivindicação 3, em que a dita unidade de comando (10, 20) compreende um suporte lógico de auto-adaptação, que determina, no decurso de uma sequência de aprendizagem anterior à perfusão, o número de impulsos transmitidos pelo dito motor entre o corte da sua alimentação e a sua paragem para todos os valores de regulação teóricos possíveis.

5 - Sistema de perfusão destinado a injectar uma substância medicamentosa num cateter implantado no corpo de um paciente, com a ajuda de uma bomba, que actua por pressão num tubo ligado, por um lado, a um reservatório da dita substância medicamentosa e, por outro lado, ao dito cateter, sendo a dita bomba accionada por um motor (12, 22) de corrente contínua para obter uma quantidade de líquido injectada no cateter, que é função do ângulo que o motor rodou, sob o comando de uma unidade de comando (10, 20), estando o dito motor associado a um codificador (18, 36), que transmite impulsos, cuja a frequência é proporcional à velocidade do dito motor à dita unidade de comando, durante o funcionamento do motor; sendo o dito sistema caracterizado por compreender meios para executar o processo de execução de acordo com uma das reivindicações 1 a 4.

6 - Sistema de perfusão de acordo com a reivindicação 5, em que a dita unidade de comando compreende um microprocessador (20) e um contador/diminuidor (26) carregado, no arranque do dito motor (22), por um valor de regulação, descontando o dito contador/diminuidor os impulsos transmitidos pelo dito codificador (36) até que o seu conteúdo atinja 0, de maneira a fornecer um sinal de corte da alimentação do dito motor, contando o dito contador/diminuidor 26 então os impulsos fornecidos pelo dito codificador, de maneira a obter um erro a subtrair do dito valor de regulação, para obter um novo

valor de regulação a utilizar durante o arranque seguinte do dito motor.

7 - Sistema segundo uma das reivindicações 5 ou 6, em que a dita bomba é uma bomba peristáltica.

Lisboa, -9. FEV. 2000

Por ZAMBON GROUP S.p.A.

- O AGENTE OFICIAL -

O ADJUNTO



ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

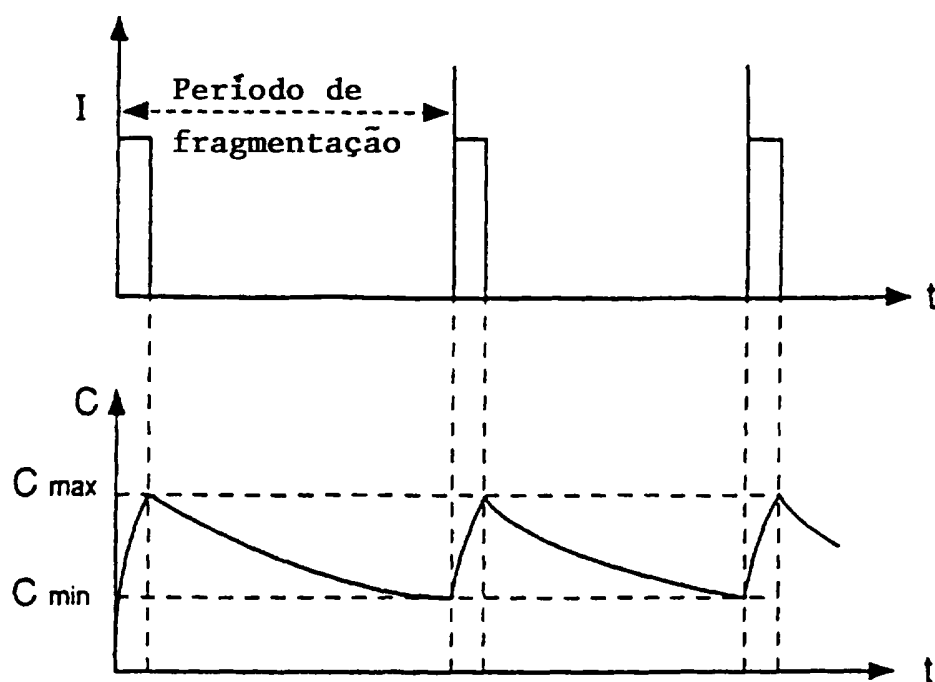


FIG. 1

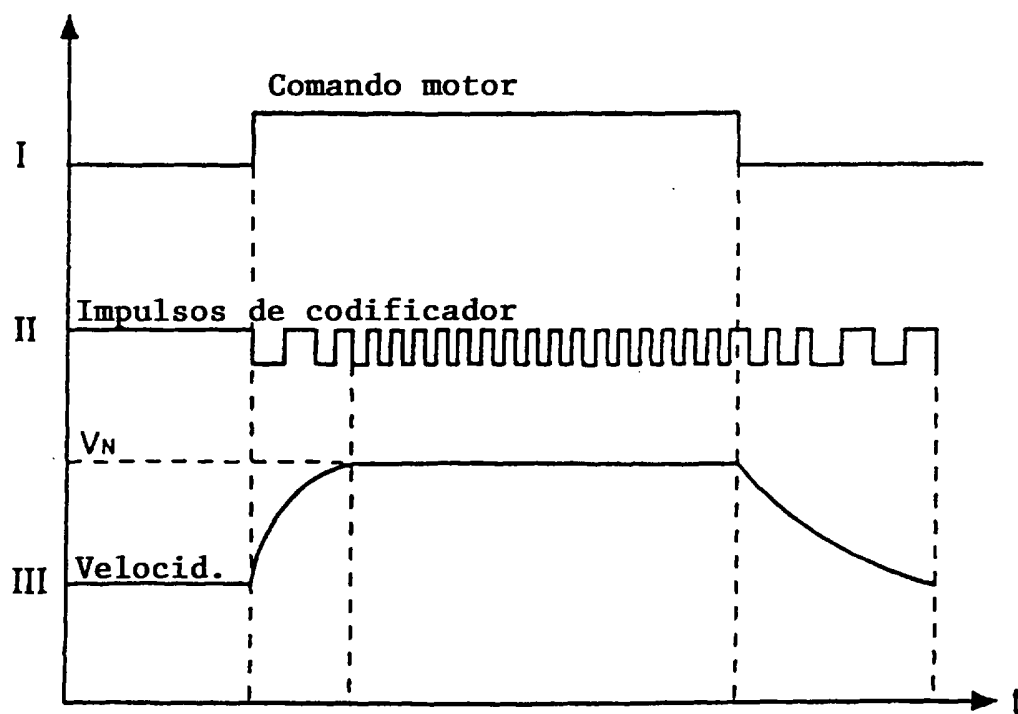


FIG. 2

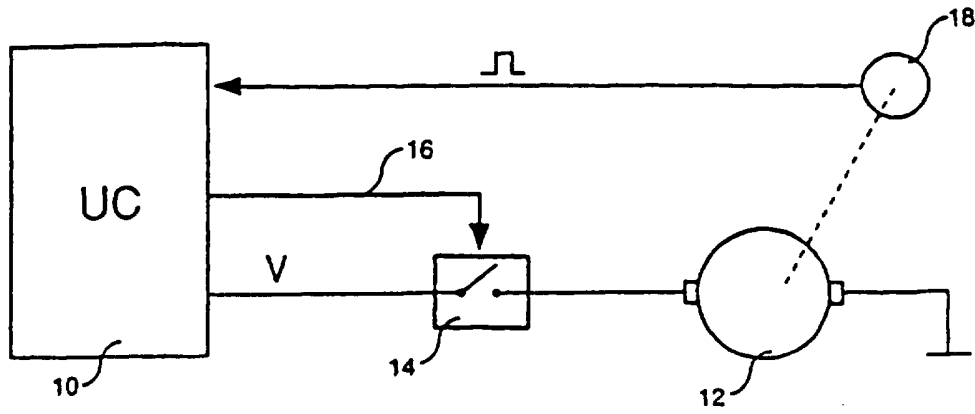


FIG. 3

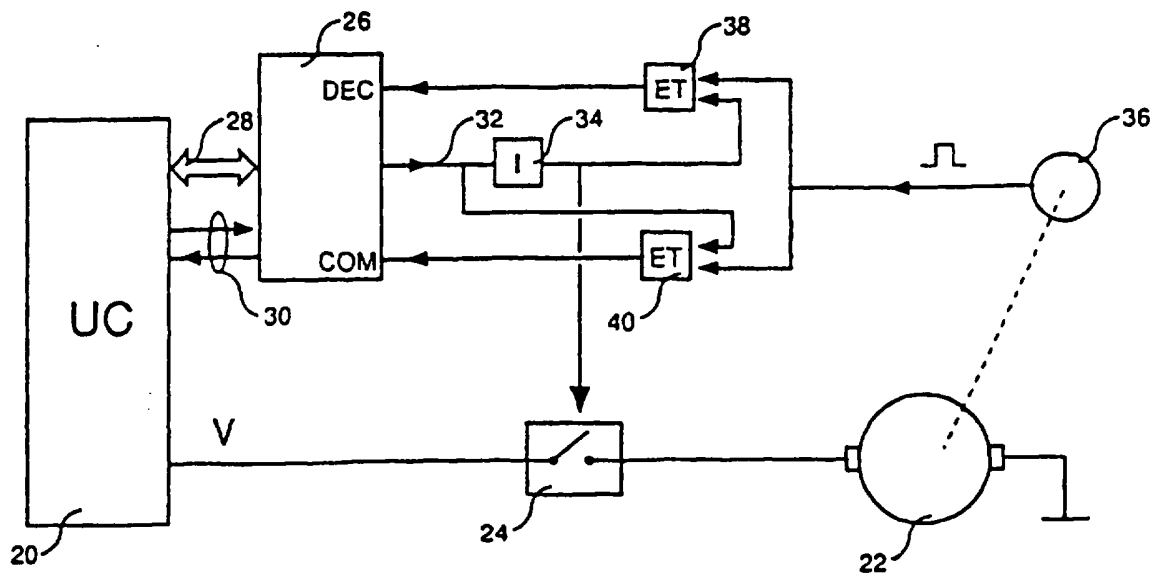


FIG. 4