

"UNIDADE DE BOMBA APERFEIÇOADA PARA A COLHEITA DE AMOSTRAS DE AR"

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO:

A presente invenção refere-se a uma unidade de bomba para a colheita de amostras de ar e, em particular, a uma unidade de bomba aperfeiçoada para a colheita de amostras de ar concebida para uso individual.

As unidades de bomba para a colheita de amostras de ar com um caudal de ar constante são usadas para a vigilância do ar na atmosfera a que os trabalhadores estão expostos. Estas unidades de bomba são bem conhecidas na técnica. Descrevem-se exemplos típicos destas unidades de bomba nas patentes de invenção norte-americanas Nº 4.063.824 de Baker e colab., publicada em 20 de Dezembro de 1977, Nº 4.123.932 de Baker e colab., publicada em 7 de Novembro de 1978, Nº 4.257.746 de Wells, publicada em 24 de Março de 1981 e Nº 4.269.059 de Baker, publicada em 26 de Maio de 1981. Estas unidades de bomba são excelentes para a utilização particular para que foram concebidas. Porém, sente-se a necessidade de uma bomba versátil que possa bombar ar com muita precisão com caudais muito baixos, por exemplo de 5 cm³/minuto, até caudais muito elevados, por exemplo de 5.000 cm³/minuto. Também, seria desejável que a unidade de bomba possuísse as características seguintes: instante de arranque programável pelo utilizador, tempo de funcionamento e tempo tolerado com fluxo de ar limitado, medição da temperatura do ar, retenção de programas em memória, retenção em memó

ria depois de a unidade ter sido desligada, possuir um visor de cristais líquidos que visualize os valores do fluxo, do tempo e da temperatura e uma interface para o computador que permita a carga de dados num computador e a carga de dados operacionais para a unidade de bomba.

No funcionamento das unidades de bomba de acordo com a técnica anterior mencionada antes, para a colheita de amostras de ar, a bomba é controlada através de um interruptor actuado pela pressão, montado em paralelo com um orifício que segue a queda de pressão através do orifício provocada pelas variações no fluxo de ar. Por exemplo, se houver um bloqueio do fluxo de ar, o interruptor operado por pressão fecha-se e, através de um circuito integrador e de um circuito amplificador, proporciona um aumento de tensão que alimenta o motor que acciona a bomba, aumentando desse modo o fluxo de ar. Quando a queda de pressão através do orifício voltar ao valor normal, o interruptor operado pela pressão abre-se e a bomba funciona nas condições normais. O interruptor operado pela pressão também se abre e fecha constantemente com as pulsações no fluxo de ar provocadas pelas pulsações da bomba. Em condições de funcionamento extremamente severas, tais como na abertura e no fecho do interruptor, repetidas várias centenas de vezes por minuto, os eléctrodos do interruptor operado pela pressão deterioram-se rapidamente, devido à formação de arcos eléctricos entre os eléctrodos. Um aperfeiçoamento necessário consistiria em determinar se o interruptor se abre ou não, ou se fecha ou não, sem que fosse necessário aplicar constantemente uma tensão através do interruptor para gerar um sinal eléctrico.

A unidade de bomba de colheita de amostras de ar aperfeiçoada segundo a presente invenção, bomba ar com muita precisão

com caudais muito baixos e com caudais muito elevados, pode ser programada para o utilizador para o arranque e para funcionar durante um certo intervalo de tempo, mede temperaturas, possui retenção em memória, um visor de cristais líquidos, determina a posição fechada ou aberta do interruptor operado pela pressão sem ter que aplicar uma tensão constante ao interruptor e controla a bomba de ar através de um computador, permitindo a carga e a descarga de dados.

RESUMO DA INVENÇÃO:

A invenção refere-se a uma unidade de bomba aperfeiçoada para a colheita de amostras de ar, que possui um caudal de ar constante através da unidade, comportando a unidade uma entrada de ar, um filtro para remover partículas ou vapores do ar ligado por um tubo à entrada de ar, uma bomba de ar de impulso variável ligada ao filtro e que produz uma corrente de ar através da unidade, um motor eléctrico de velocidade variável ligado à bomba, uma fonte de energia de alimentação do motor, um orifício colocado numa ligação tubular acoplada à bomba e que provoca uma queda de pressão do ar na respectiva corrente que é bombada pela unidade de bomba, um interruptor que é operado pela pressão diferencial, que possui uma posição aberta e uma posição fechada e está colocado em paralelo com o orifício e é activado por uma variação da queda de pressão do ar na referida corrente provocada por uma variação do fluxo de ar através da unidade, e uma abertura de saída ligada por um tubo ao orifício e ao interruptor operado pela pressão diferencial. O aperfeiçoamento introduzido na referida unidade de bomba é o seguinte: um circuito digital ligado electricamente ao interruptor operado pela pressão e um dispositivo de controlo em anel fechado ligado electricamente ao circuito digital, à fonte de energia e ao motor, enviando o circuito digital um impulso digital com um ciclo



activo muito curto durante um intervalo de tempo ajustado para determinar a posição predominante aberta ou fechada do interruptor durante esse intervalo de tempo; no caso de o interruptor estar predominantemente na posição aberta, o dispositivo de controle aumenta gradualmente a tensão que é fornecida, a partir da fonte de energia, ao motor, funcionando assim este a uma velocidade mais elevada, sendo portanto a bomba accionada também com uma velocidade mais elevada e aumentando o fluxo de ar através da unidade; no caso de o interruptor estar predominantemente na posição fechada, o dispositivo de controle diminui gradualmente a tensão aplicada a partir da fonte de energia ao motor, rodando assim o motor a uma velocidade menor e, por sua vez, sendo a bomba accionada também com uma velocidade menor diminuindo o fluxo de ar através da unidade; deste modo, mantém-se aproximadamente constante o fluxo de ar através da unidade.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS:

A fig. 1 representa um esquema de blocos da unidade de bomba.

A fig. 2 representa um diagrama de blocos do circuito electrónico da unidade de bomba.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA INVENÇÃO:

A unidade de bomba para a colheita de amostras de ar é de construção compacta e foi concebida para uso individual. As dimensões da unidade são aproximadamente $5,7 \times 10,2 \times 12,7$ cm e pesa cerca de 800 a 1.100 g, conforme o peso da pilha usada na unidade.

A unidade de bomba para a colheita de amostras de ar, com

a sua característica de fluxo constante e a excelente precisão, pode ser usada para vigiar o ar, que pode conter elementos perigosos no meio ambiente a que estão sujeitas as pessoas. Por exemplo, pode fazer-se o controle do cloreto de vinilo num local de trabalho, emanções radioactivas tóxicas e gases análogos em minas, pó de carvão nas minas e túneis. O filtro da unidade de bomba para a colheita de amostras de ar é analisado relativamente à substância que está a ser controlada no final de cada período de trabalho, por exemplo no fim de um dia de trabalho de 8 horas, sendo os resultados obtidos registados nas fichas dos trabalhadores. Quando se verificar que um trabalhador esteve exposto a uma atmosfera perigosa correspondente a uma quantidade da substância especificada, é-lhe dada outra tarefa.

Fazendo referência ao esquema de blocos da fig. 1, o ar é impelido através da abertura de entrada (1) e através do filtro (2) e de preferência vai para um acumulador (3) impelido pela bomba de ar de impulso variável (4) accionada por um motor (5) de velocidade variável. A bomba pode funcionar sem circuito de desvio e a respectiva válvula, mas é preferível o seu uso para os caudais baixos. Uma válvula de desvio (7) está montada em paralelo com a bomba (4) no tubo (6). A válvula de desvio é usualmente uma válvula de agulha regulável e é ajustada para proporcionar o caudal de ar desejado. Quando a válvula se abre, faz-se a reciclagem de uma maior quantidade de ar, reduzindo-se assim o fluxo de ar através da bomba. Fechando a válvula, passa mais ar através da unidade. A bomba pode funcionar suavemente a uma velocidade normal proporcionando caudais de ar baixos com a válvula de desvio aberta em vez de funcionar lentamente, colando-se e prendendo-se, caso não se usasse o desvio para os caudais de ar baixos. A utilização de um reservató



rio de ar não é necessária mas é muito conveniente. O reservatório de ar (8) está colocado no tubo ou canal que liga a bomba (4) ao orifício (11). O reservatório de ar contribui para reduzir as pulsações provocadas pela bomba e em geral proporciona um fluxo suave do ar através da unidade.

Um orifício (11), usualmente uma válvula de agulhas ajustável ou um orifício constante, está colocado entre o reservatório de ar (8) e o escape (17). O orifício provoca uma queda de pressão que é seguida pelo interruptor operado pela pressão (12), que se abre e fecha com a variação da queda de pressão. De preferência, em paralelo com o orifício, há um circuito de desvio que compreende um tubo ou canal (9) no qual está colocada uma válvula (10), tal como uma válvula de agulha ajustável. As válvulas (10) e (11) têm um funcionamento idêntico. A válvula (11) e o orifício funcionam como controle grosseiro e a válvula (10) e a válvula de desvio funcionam como controle fino.

No canal ou tubo (18) no qual está montado o interruptor operado pela pressão (12) está colocado um filtro (19), usualmente de uma espuma de borracha. Este filtro reduz e modula as pulsações da bomba para o interruptor operado pela pressão.

As variações no fluxo de ar através da unidade, que podem ser provocadas por um bloqueio, parcial ou total, da entrada de ar ou do filtro de ar ou ainda por pulsação provocada pelo funcionamento da bomba, provocam variações na queda de pressão do ar e dão origem à abertura e ao fecho do interruptor actuado pela pressão. Ligado electricamente ao interruptor operado pela pressão há um dispositivo de controle em anel fechado (13), que é de preferência um computador e um circuito accionado pelo motor.

O computador envia um sinal de impulsos com um ciclo acti-



vo digital de pequena duração, durante um intervalo de tempo ajustado para o interruptor operado pela pressão, para determinar a posição predominante de abertura ou de fecho do interruptor durante o citado intervalo de tempo. No caso de o interruptor se encontrar predominantemente na posição aberta, o dispositivo de controlo do computador faz aumentar gradualmente a tensão proveniente da fonte de energia que, através do circuito de accionamento do motor, acciona o motor com uma velocidade crescente que, por sua vez, acciona a bomba com uma maior velocidade e aumenta o fluxo de ar através da unidade. No caso de o interruptor operado pela pressão estar predominantemente na posição fechada, o dispositivo de controlo faz diminuir gradualmente a tensão proveniente da fonte de energia que, através do circuito de accionamento do motor, faz diminuir a velocidade do motor, diminuindo a velocidade da bomba e o fluxo de ar através da unidade.

Não fica aplicada uma tensão constante directamente através dos eléctrodos do interruptor operado pela pressão (12), como sucedia no caso das unidades de bomba da técnica anterior. Nestas bombas o número excessivo de fechos e de aberturas do interruptor actuado pela pressão ~~provocavam~~ o desgaste muito rápido deste devido aos arcos que saltavam entre os eléctrodos em cada abertura e em cada fecho do interruptor. Num intervalo de tempo relativamente curto os eléctrodos ficam queimados e corroídos. Na presente invenção não se aplica uma tensão ao interruptor actuado pela pressão. O sinal digital proveniente do computador determina, se o interruptor está predominantemente fechado ou aberto. A tensão do sinal é aplicada durante um intervalo de tempo muito pequeno e elimina virtualmente a formação de qualquer arco nos eléctrodos do interruptor.

De preferência, uma unidade de comando de um visor de cris-

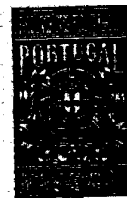
tais líquidos (LCD) está ligado electricamente ao computador e fornece um sinal a um visor de cristais líquidos (LCD) que exhibe os dados que foram acumulados pelo computador da unidade.

O filtro (2) da unidade de bomba pode ser adaptado para reter quase todos os tipos de substâncias, tais como gases, líquidos e sólidos. Se apenas for necessária a filtração mecânica, por exemplo recolher as partículas de poeira a que um trabalhador está exposto, prevê-se um filtro que reterá partículas de 0,01 micrômetros ou maiores. Se o filtro deve reter um gás, tal como por exemplo anidrido sulfuroso, utiliza-se um filtro químico que reterá este gás. Se se pretenderem reter vapores, utiliza-se então um filtro, tal com um filtro de carvão vegetal, que retenha esses vapores. No fim do intervalo de tempo em que um indivíduo utiliza a unidade, por exemplo um período de um dia de 8 horas de trabalho, o filtro é retirado e examinado para a determinação das substâncias a que o indivíduo esteve exposto. Pode usar-se uma simples contagem de partículas ao microscópio ou então pode proceder-se a uma análise do filtro mediante cromatografia em fase gasosa.

O acumulador (3) é usualmente uma parte integrante da armação da unidade de bomba, e é aberto, moldado ou cortado na armação, com uma folha de um elastómero cobrindo uma parede e com aberturas apropriadas. Um acumulador típico tem um volume de cerca de 2 a 20 cm³ e reduz e amortece os golpes criados pela bomba e permite a acumulação de ar no lado de sucção da bomba.

No dosímetro é usada uma bomba de ar de impulso variável. Geralmente, utiliza-se uma bomba do tipo de diafragma que movimenta cerca de 5 a 5.000 cm³/minuto de ar. Podem também usar-se outras unidades de bomba, tais como unidades de bomba de êmbolo, unidades de bomba rotativas e unidades de bomba centrífugas.

A bomba está ligada electricamente a um motor de corrente



contínua convencional com uma potência de 0,001 a 0,02 cavalos-va por. O motor é um motor de velocidade variável e funciona com velocidades de cerca de 80 a cerca 8.000 rotações por minuto. Em algumas circunstâncias pode usar-se um redutor entre o motor e a bomba.

O reservatório (8) constitui usualmente uma parte integrante de qualquer armação na qual são montados os vários componentes usados na unidade. Parte do reservatório pode ser encerrado dentro de uma folha fina de um elastómero de maneira que quaisquer pulsações da corrente de ar provocadas pela bomba podem ser facilmente amortecidas pelo elastómero, que absorve a pulsação.

A finalidade do reservatório é a de amortecer quaisquer pulsações da corrente de ar provocadas pelos golpes de bomba, pelo menos em certo grau, antes de a corrente de ar passar através do orifício. O volume do reservatório é tão pequeno quanto possível mas deve ter um valor suficiente para reduzir as pulsações da corrente de ar; usualmente tem um volume semelhante ao volume do acumulador.

Um orifício, tipicamente com a forma de uma válvula de agulha regulável, é colocado num tubo que liga o reservatório à abertura de escape. Utiliza-se um orifício que cria uma queda de pressão de cerca de 1,02 - 10,2 cm (0,4 - 4,0") de água. Utiliza-se usualmente uma queda de pressão de 6,35 - 8,89 cm (2,5 - 3,5") de água.

Utiliza-se um interruptor de pressão diferencial com uma sensibilidade relativamente elevada, o qual é sensível a uma variação da queda de pressão na corrente de ar de cerca de 0,25 - 1,27 cm (0,1 - 0,5") de água.

Um dispositivo de contróllo em anel fechado utilizável com



preende um circuito digital ligado electricamente ao interruptor operado pela pressão e a um circuito integrador que está ligado à fonte de energia que integra o sinal proveniente do circuito digital e envia este sinal integrado para um circuito amplificador. O circuito amplificador, que está ligado à fonte de energia e em série com o circuito integrador e com o motor eléctrico, fornece um sinal amplificado ao motor e acciona o motor com a velocidade apropriada para se obter um fluxo uniforme de ar através da unidade da bomba.

O circuito digital fornece impulsos na gama de frequências de 50 a 1.000 impulsos por segundo ao interruptor operado pela pressão. Os impulsos possuem um ciclo activo de 0,1 a 5 %. Isso limita o valor da corrente eficaz no interruptor a cerca de 0,1 a 5,0 mA.

Um outro dispositivo de comando em anel fechado para o controlo do motor compreende o circuito digital ligado electricamente ao interruptor operado pela pressão e um circuito integrador digital ligado ao circuito digital. O circuito integrador recebe e integra o sinal recebido do circuito digital. Um conversor digital/analogico está ligado ao circuito integrador e converte o sinal para um sinal analogico que é enviado a um circuito amplificador ligado ao motor e acciona o motor com a velocidade apropriada para conseguir obter um fluxo de ar uniforme através da unidade.

Num dispositivo de controlo em anel fechado preferido, o circuito digital está ligado a um circuito integrador digital que integra o sinal digital recebido do interruptor operado pela pressão. Este sinal integrado é depois fornecido a um dispositivo digital de comutação modulador da duração dos impulsos ligado ao circuito integrador digital. Este dispositivo de comutação está liga

do à fonte de energia e ao motor e fornece corrente ao motor para accionar o motor e, portanto, a bomba de ar de maneira tal que passa um fluxo de ar uniforme através da unidade.

Fazendo referência à fig. 2, o dispositivo de contróllo pra ferido referido antes, está incorporado num computador (13A) que está ligado electricamente ao circuito de accionamento do motor (13B) que amplifica o sinal proveniente do computador e acciona o motor (5). O circuito digital e o integrador digital fazem parte do circuito computador. O sinal digital de impulsos proveniente do computador (13A) é enviado para o interruptor operado pela pressão. O dispositivo de comutação modulador da duração dos impulsos faz parte do circuito de accionamento do motor (13B) que acciona o motor. Um teclado (18) é utilizado para introduzir dados e para seleccionar parâmetros limites do programa e está ligado ao computador. Um díodo electroluminescente (LED) ligado ao computador (13A) é activado quando a bomba está na posição de retenção e não está em funcionamento. Um segundo díodo LED (20) é activado quando está a ser controlado o fluxo através da bomba.

O circuito (15) de comando do visor de cristais líquidos (LCD) (14), ligado ao computador, fornece um sinal ao visor de cristais líquidos (14) que exhibe dados que foram acumulados pelo computador (13A).

Um dispositivo de entrada/saída (20) é um circuito que permite que uma linha omnibus de dados seja ligada ao computador e permite a descarga dos dados para um segundo computador, para registo. O dispositivo de entrada/saída permite também a carga de dados no computador, por exemplo parâmetros de operação, tempo de funcionamento, tempo de baixo caudal e similares. Isso pode ser feito com uma unidade de programação conhecida nestas técnicas. Esta técnica de carga é particularmente útil quando for necessário programar um

certo número de unidades de bomba para a mesma informação. Por exemplo, a cada trabalhador de um turno de 50 pessoas numa mina ou instalação é fornecida uma unidade de bomba para usar durante o trabalho nesse turno. Seria uma grande perda de tempo a programação de cada uma individualmente. Utilizando o programador, cada unidade pode ser carregada com o programa desejado num tempo igual ou inferior a 10 segundos.

A unidade é activada com um interruptor de ligação/desligação (21) ligado electricamente à bateria (22) e ao computador (13A). Um circuito carregador da bateria (23) ligado à bateria (22) carrega a bateria mas pode também ser usado para accionar o motor através do circuito de accionamento do motor (13B). O terminal (I/C) representado ligado ao carregador é o de uma fonte de energia exterior que fornece energia ao carregador.

O detector de temperatura (24) está ligado a um conversor analógico/digital (25) que, por sua vez está ligado ao computador (13A). O conversor analógico/digital converte o sinal de temperatura, e quaisquer outros sinais analógicos que podem ser recebidos para outras funções, em sinais digitais que podem ser processados pelo computador (13A).

O que vai seguir-se é uma descrição mais pormenorizada do funcionamento dos componentes da unidade de bomba representada na fig. 2.

Computador:

O computador (13A) é tipicamente um microcomputador numa só plaqueta (chip) 80C49 CMOS e é o controlador central da unidade de bomba. A função principal do microcomputador consiste em proporcionar o controlo em anel fechado do motor da bomba, com base no estado do interruptor operado pela pressão no instante das



amostragens periódicas. O controle do motor faz-se através da variação da duração dos impulsos enviados para os circuitos de comando do motor. Além disso, o microcomputador executa funções de gestão, tais como a gestão do tempo de funcionamento, do tempo com caudal baixo, da apresentação de dados no visor, controle do interruptor de comando local e suas respostas, a temporização e o controle da carga da bateria e uma comunicação externa.

Como o microcomputador contém internamente a unidade central de processamento (CPU), os dispositivos de entrada/saída, a memória RAM de dados e a memória de programas, é mínima a quantidade de circuitos exteriores para realizar o seu funcionamento. Tipicamente, um oscilador de cristal de 6 MHz e dois condensadores estabelecem a base de tempo para a temporização do ciclo de instrução do computador. Um condensador desempenha a função de restabelecimento da alimentação. É necessário um transistor, tipicamente um transistor VN 2222L, que é ligado em paralelo com um condensador, para permitir a desligação controlada pelo computador.

O teclado (18) e os indicadores de díodos LED (19) e (20) estão sob o controle directo do microcomputador. O operador utiliza o teclado para efectuar o controle local e escolher os parâmetros que definem o programa. No modo de funcionamento mais simples em que os parâmetros são escolhidos localmente, a bomba possui três estados. Quando se liga a alimentação, iniciada pela actuação no botão LIGAR/DESLIGAR, o computador fica na posição de "suspensão" (HOLD). Neste modo, é possível seleccionar os parâmetros do tempo de funcionamento, incluindo o tempo de funcionamento, o tempo com caudal baixo e o atraso do arranque. Isto é feito utilizando a ligação no visor (DISPLAY SCROLL) para seleccionar o parâmetro a alterar e premindo a tecla de ajustamento da função para se deslocar



através dos parâmetros disponíveis. Premindo a tecla Funcionamento/Retenção (RUN/HOLD) força-se a bomba para o estado de funcionamento no qual o motor está sob o controlo do computador. Uma vez o computador forçado para o estado de funcionamento (RUN) ele pode ser repostado no estado de retenção (HOLD) para parar o motor da bomba, mas não é possível alterar os parâmetros programados. Este último estado é seleccionado pela tecla LIGADO/DESLIGADO. Quando este botão for accionado, o computador é colocado no estado DESLIGADO e faz-se arrancar um circuito de temporização de 20 minutos. Se a bomba se mantiver no estado DESLIGADO até expirar este tempo de temporização, o computador gera um impulso de paragem que retira a própria alimentação. No estado de DESLIGADO, duas actuações sucessivas da tecla REPETIÇÃO forçam um retorno ao estado inicial de retenção e religação da energia.

INTERFACE DO VISOR (de cristais líquidos)

Os estados da unidade da bomba e os parâmetros são apresentados ao operador através de um indicador de cristais líquidos (15) que pode exibir caracteres numéricos completos e caracteres alfabéticos limitados. O visor de cristais líquidos tem uma interface com o computador através do circuito de comando (14) do visor de cristais líquidos que tipicamente é uma plaqueta de interface de entrada em série MM5453. A interface do circuito de comando exige uma entrada de relógio e de dados provenientes do computador. Estas duas saídas estão também disponíveis através da ficha de interface exterior.

Em funcionamento normal da unidade de bomba, o visor de cristais líquidos não é visível para o utilizador. Prevêem-se

dois díodos LED para dar ao utilizador a informação operacional mínima. O díodo LED de retenção está LIGADO quando o computador estiver no estado de retenção e DESLIGADO para indicar que a bomba não está activamente a colher uma amostra. O díodo de FLUXO é usado para indicar o estado de fluxo. Um díodo LED permanentemente LIGADO indica que a bomba está sob o contrôlo do microcomputador. Um díodo LED a acender intermitentemente indica que existe uma condição de baixo caudal.

LÓGICA DE LIGAÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE ENERGIA:

Como se mencionou antes, a bomba é activada pela actuação da tecla LIGAR/DESLIGAR do teclado, mas, uma vez os circuitos alimentados, a desligação faz-se sob o contrôlo do microcomputador. A ligação é igualmente efectuada quando se liga o carregador da bateria (23). A função lógica de ligação é efectuada por circuitos digitais discretos em conjunção com o microcomputador.

A função de desligação é controlada por estes circuitos digitais e pelo microcomputador. Enquanto o carregador da bateria estiver ligado à alimentação de energia, o interruptor é forçado para o estado LIGADO e impede-se a desligação.

CIRCUITOS DE ACCIONAMENTO DO MOTOR:

Os circuitos de accionamento do motor compreendem transistores, resistências e um amplificador operacional discretos. O motor é controlado pelo microcomputador usando uma técnica de variação da duração dos impulsos. A duração dos impulsos é variável por passos de 0,1 % com um ciclo activo que varia aproximadamente entre 3 e 97 %.

Um circuito limitador de corrente em conjunção com o motor

permitted that the pump function continuously from the battery charger, as well as the establishment of the minimum voltage for the microcomputer during the time the pump is operating. The maximum current intensity was established by the normal operating current of the motor, by the voltage drop in the current limiting resistor in the battery and by the current necessary for the battery load. It is noted that the current for the motor is only limited to its peak values. When the motor is running at sufficient speed to produce a counter-electromotive force, the peak current is determined by the motor and not by the current limiting circuits. For very low flow rates the current limiting circuit is functional, which tends to give the motor a better response to the variation in the duration of the impulses on the control ring.

INTERFACE ANALÓGICO/DIGITAL:

The circuits of the analog/digital interface and the analog/digital converter (25) in fig. 2 are included to permit control of the battery voltage and temperature measurement. This function is performed by a temperature detector under the control of the microprocessor. The analog/digital converter (25) is typically an analog/digital converter in series of 8 bits with four channels. Channels 0 and 1 of U6 are used in a differential mode to measure temperature, while channel (2) is used to control the battery voltage and channel 3 is used to perform an input test.

All analog/digital conversions are connected to the command of the duration of the motor impulses and are performed at the end of the cycle when the impulse is disabled. This makes mini

ma a corrente absorvida dos circuitos de conversão analógico/digital e igualmente minimiza o aquecimento próprio do detector da temperatura que pode produzir erros nas leituras da temperatura.

O detector de temperaturas é tipicamente uma referência de separação de bandas de energia permitidas LM335 com uma tensão de saída de 10 mV/grau Kelvin. A temperatura pode assim ser lida com precisão até 0,5 grau, numa gama de -28 a 99,5 graus Celsius. Quando a bomba for ligada inicialmente à alimentação e até que o motor da bomba arranque, o operador dispõe da indicação da temperatura ambiente. Uma vez iniciado o programa (após o arranque do motor), a temperatura média calculada durante o funcionamento é a que está disponível no visor.

A tensão da bateria é também medida durante o tempo em que o motor está desligado. Como o motor não pode estar ligado enquanto está a medir-se a tensão da bateria, o microcomputador dispõe de uma boa estimativa da tensão da bateria em circuito aberto. Esta medição é usada pelo microcomputador para determinar duas tensões críticas. À tensão de 5,5 V contínuos, o circuito da bomba é automaticamente desactivado para poupar a memória do microcomputador. Esse estado é indicado ao utilizador pelo acendimento intermitente dos pontos decimais no visor de cristais líquidos. À tensão de 5,0 V contínuos, o microcomputador desliga-se para impedir a inversão de um elemento na embalagem da bateria.

INTERFACE DOS DADOS EXTERIORES:

Previu-se uma interface de dados exteriores, representada na fig. 2 como entrada/saída em (20). A finalidade principal desta interface consiste em permitir a leitura de dados por um dispositivo computador exterior e de parâmetros dos programas tais como



a hora de arranque, o tempo de funcionamento, o tempo com caudal baixo e a hora do dia, que devem ser carregados na bomba por um dispositivo de nível mais elevado. Quando programada externamente, a bomba possui características não disponíveis nos comandos do painel frontal. Estas características são activadas ligando a bomba e o dispositivo de programação e carregando os parâmetros do programa desejados. Quando programada desta maneira, a bomba tem a capacidade de arrancar a uma hora do dia determinada, de funcionar durante um certo número de horas e minutos, de funcionar com caudal baixo durante um número especificado de minutos e segundos e ainda a possibilidade de proporcionar amostragens intermitentes. Relativamente a esta última característica, a bomba pode ser programada para funcionar durante um certo número de minutos em cada hora.

A interface externa também pode ser usada como meio para ligar em paralelo visores distantes, para controlar tensões críticas e para alimentar a bomba a partir de fontes de energia diferentes da bateria.

CIRCUITO DE CARGA DA BATERIA:

A carga da bateria, representada pelo carregador (23) na fig. 2, está sob o controlo directo do microcomputador. Quando a fonte de carga da bateria externa está ligada à unidade, a bomba é forçada automaticamente para o estado DESLIGADO. O microcomputador é capaz de detectar a presença da tensão do carregador exterior através de circuitos exteriores ligados entre o jaque de carga e o microprocessador. A carga da bateria faz-se no regime de carga em 10 horas, sendo impedida uma sobrecarga da bateria por meio de contagens de tempo no microcomputador. No fim de um ciclo

de carga de 14 horas, o microcomputador faz a comutação para um modo de carga lenta. O microcomputador pode carregar baterias com dois tipos diferentes de embalagem. Uma entrada para o microcomputador indica o tipo de embalagem da bateria, uma embalagem sub-C ou uma embalagem 1/2 D, que está ligada à unidade.

A carga das baterias faz-se utilizando um conversor de corrente contínua/corrente contínua de corrente constante, cujo ciclo activo é controlado pelo microcomputador para estabelecer as correntes de carga apropriadas para os dois tipos de baterias. O conversor de corrente contínua/corrente contínua é constituído por um circuito de oscilação associado a um amplificador operacional, tipicamente um CA3130. A saída desse amplificador operacional é ligada a um transistor com a taxa de repetição necessária para assegurar um fluxo de corrente contínua numa indutância. A taxa de impulsos é variável entre 100 e 150 Hz. Em funcionamento normal, o nível de corrente é estabelecido por ajustamento de um potenciómetro que estabelece a tensão de referência para a entrada inversora do amplificador operacional. Um diodo desempenha a função de retorno para permitir que a corrente passe continuamente através da indutância durante os tempos de desligação dos impulsos. Dois outros diodos impedem a descarga da bateria quando o carregador não está ligado, e um diodo de Zener fixa a tensão nos terminais da bateria para permitir o funcionamento a partir do carregador, sem a bateria ligada.

Durante a carga, o microcomputador liga o circuito de carga pelo transistor exterior de controlo. Quando a carga se faz no regime das 10 horas, as baterias sub-C e 1/2 D são ligadas com ciclos activos de 40 e 80 %, respectivamente. Na carga lenta, os ciclos activos caem para 10 e 20 %, respectivamente. A carga da bateria


apenas é executada quando o microcomputador está no estado DESLIGADO e o tempo de carga completa de 14 horas é reiniciado sempre que o microcomputador volta a esse estado depois de o motor ter sido ligado. Enquanto ligada ao carregador, toda a energia para a unidade é fornecida pela alimentação do carregador e não é retirada qualquer energia da bateria. Quando o motor está a funcionar, o circuito de carga é ligado em sincronismo com o sinal de comando do motor. Como a corrente do carregador é sempre maior do que a corrente do motor, não pode sair nenhuma corrente da bateria. Circuitos exteriores discretos asseguram que o microcomputador e as funções lógicas são também alimentados a partir do carregador da bateria.

BATERIAS RECARREGÁVEIS:

Como se mencionou antes, a bomba pode ser alimentada quer a partir de uma bateria sub-C ou de uma bateria 1/2 D. Ambas as embalagens contêm 5 elementos níquel-cádmio ligados em série e uma resistência limitadora de corrente de 1,5 ohm, bem como um dispositivo de coeficiente de temperatura positivo. Eles são incluídos na embalagem da bateria para obedecer aos requisitos de segurança intrínsecos. São necessários três terminais para a bateria, dois para a tensão da bateria e o outro como indicador do tipo de embalagem da bateria. Este terceiro terminal está ligado ao terminal negativo da bateria no caso da bateria 1/2 D e aberto no caso da bateria sub-C.

CONTROLOS DO FLUXO DA BOMBA:

O caudal de ar da bomba é controlado pelo microcomputador utilizando uma técnica de modulação da duração de impulsos. O cau



dal é determinado em função do estado do interruptor operado pela pressão. Para impedir que saltem arcos entre os contactos do interruptor operado pela pressão, a tensão é aplicada ao interruptor apenas durante 10 microssegundos à razão de 500 amostragens por segundo. Esta técnica utiliza a concepção inerente do circuito do terminal de saída bidireccional 8049. Durante o tempo em que não está a fazer-se a amostragem, o terminal de saída é mantido ao potencial da terra e só é activado quando for necessário para detectar o estado do interruptor. Durante o tempo de ligação do impulso de amostragem a corrente está limitada a aproximadamente 2 mA durante menos de 2 microssegundos e regressa ao nível de corrente de 50 microampes durante os restantes 10 microssegundos do intervalo de amostragem.

O algoritmo de contrôlo é uma implementação digital do anel de contrôlo de integração perfeita de segunda ordem, com o refinamento adicional de ganho variável do anel fechado, para a aquisição máxima da largura máxima do impulso necessária para manter o caudal desejado. Essencialmente, o sistema de anel fechado faz a média dos tempos de ligação e desligação do interruptor operado pela pressão e força esse valor médio para o valor de 50 %. Depois da aquisição, o ganho do anel é reduzido ao mínimo, para evitar a "busca" quando sob comando em anel fechado. Para a aquisição rápida, provocada ou por variações de carga da bomba ou na ligação da alimentação, a bomba volta ao ganho máximo no anel, o que efectivamente aumenta a taxa a que varia o ciclo activo para o motor. À medida que a velocidade do motor se aproxima do contrôlo, o ganho é baixado para níveis intermédios até ser estabelecido o contrôlo absoluto. É declarada uma condição de nível baixo quando o ciclo activo for forçado ao valor de 97 % e ainda não tenha sido detectado o contrôlo no anel.



A bomba pode ser programada para parar após um certo intervalo de tempo de funcionamento com caudal baixo. Este período é programável de 1 segundo a 99 minutos e é tipicamente de 2 minutos.


Uma das características disponível num anel digital inteligente é a capacidade para recordar o estado do motor após uma interrupção do funcionamento. Se no instante da desligação o motor estiver sob controlo, o ciclo activo do caudal desejado é recordado e é este o ciclo activo que é usado quando a bomba for novamente ligada. Isso permite que a bomba arranque de novo com um período transitório mínimo. Se, depois de uma religação da alimentação ao motor, não se atingir a estabilização do anel do motor dentro de um intervalo de tempo curto, o microcomputador volta à sequência de aquisição.

O ciclo activo para o motor da bomba é variável por passos de 0,1 % de 3 a 97 %. Como a taxa de repetição dos impulsos é de 20 Hz, isso significa que a dimensão mínima de cada passo é de 50 microssegundos. As limitações no algoritmo de controlo, além desta resolução e desta taxa de repetição, residiam no facto de ser necessário manter uma base de tempo real com precisão e de o interruptor operado pela pressão ter que ser explorado de 2 em 2 milissegundos. Estes requisitos foram também incluídos nas limitações do subsistema de interrupção temporal 8049.

Reivindicações

1.- Unidade de bomba aperfeiçoada para a colheita de amostras de ar que possui um caudal de ar constante através da unidade, tendo a unidade uma entrada de ar, um dispositivo de filtração para remover partículas ou vapores do ar, ligado por um tubo à entrada de ar, uma bomba de ar de impulso variável ligada ao dispositivo de filtração que impele uma corrente de ar através da unidade, um motor eléctrico de velocidade variável ligado à bomba e que acciona a mesma, uma fonte de energia para alimentação do motor, um orifício situado numa ligação tubular acoplada à bomba e que provoca uma queda da pressão na corrente de ar que está a ser bombada através da unidade de bomba, um interruptor operado pela diferença de pressões, com uma posição aberta e uma posição fechada, colocado em paralelo com o referido orifício, sendo o referido interruptor activado por uma variação da queda de pressão da corrente de ar provocada por uma variação do fluxo do ar através da unidade, e uma abertura de escape ligada por um tubo ao orifício e ao interruptor de pressão diferencial, caracterizada por apresentar aperfeiçoamentos que consistem em:

um circuito digital ligado electricamente ao interruptor operado pela pressão e um dispositivo de controlo em anel fechado ligado electricamente ao circuito digital, à fonte de alimentação e ao motor, emitindo o referido circuito digital um sinal de impulsos com um ciclo activo pequeno durante um intervalo de tempo determinado, para avaliar a posição aberta ou fechada predominan-



te do interruptor durante o referido intervalo de tempo, de modo que, no caso de o interruptor estar predominantemente na posição aberta, o dispositivo de controlo aumenta gradualmente a tensão fornecida pela fonte de alimentação ao motor que, deste modo, roda com uma velocidade mais elevada o que por sua vez provoca um aumento da velocidade da bomba e o aumento do fluxo do ar através da unidade e, no caso de o interruptor estar predominantemente na posição fechada, o dispositivo de controlo diminui gradualmente a tensão da fonte de alimentação para o motor, de modo que este é accionado com uma velocidade mais baixa e, por sua vez, acciona a bomba com uma velocidade decrescente e diminui o fluxo de ar através da unidade, sendo deste modo mantido o fluxo de ar através da unidade com um caudal constante.

2.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o dispositivo de controlo em anel fechado compreender um circuito integrador ligado electricamente à fonte de energia e ao circuito digital e que utiliza o sinal proveniente do circuito digital e integra esse sinal, e um circuito amplificador ligado electricamente à fonte de energia e ligado em série com o circuito integrador e ao motor eléctrico, amplificando o referido circuito amplificador o sinal gerado pelo circuito integrador e fornecendo o sinal amplificado ao motor eléctrico.

3.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o circuito digital fornecer impulsos com frequências compreendidas entre 50 e 1 000 impulsos por segundo ao interruptor operado pela pressão e por os impulsos terem um ciclo activo de 0,1 a 5% e sendo a corrente enviada para o interruptor limitada a um valor compreendido entre 0,1 e 5,0 mA.

4.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o dispositivo de controlo em anel fechado compreender um circuito digital integrador ligado ao circuito digital, um conversor digital/analógico ligado ao integrador, um circuito amplificador ligado ao conversor e ao motor, recebendo o circuito digital integrador um sinal do circuito digital na posição do interruptor operado pela pressão, sendo o sinal integrado e fornecido ao conversor digital/analógico que converte o sinal e fornece o sinal convertido ao circuito amplificador, que amplifica o sinal para accionar o motor que, por sua vez, acciona a bomba de ar com uma velocidade desejada para manter um fluxo de ar constante através da unidade.

5.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o dispositivo de controlo em anel fechado compreender um circuito digital integrador ligado ao circuito digital, um dispositivo de comutação modulador da duração dos impulsos ligado ao circuito integrador, ao motor e à fonte de energia, recebendo o integrador digital um sinal proveniente do circuito digital na posição do interruptor operado pela pressão, sendo o sinal integrado e fornecido ao dispositivo de comutação, que fornece corrente ao motor e opera o mesmo e a bomba de modo a manter um fluxo de ar constante através da unidade.

6.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por o circuito digital e o dispositivo de controlo em anel fechado fazerem parte do circuito computador.

7.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por possuir um circuito limitador de corrente ligado electricamente entre o motor e o circuito de comutação modulador da duração dos impulsos, limitando o referido circuito a corrente má-

xima dos impulsos para o motor e aumentando o tempo dos impulsos para os impulsos de corrente elevada.

8.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por possuir um circuito de medição da temperatura acoplado ao computador.

9.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por possuir uma unidade de accionamento ligada eletricamente ao computador e acoplada a um visor de cristais líquidos que exhibe os dados gerados pelo computador e que possui um teclado acoplado ao computador para a introdução dos parâmetros de operação.

10.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir um acumulador de ar situado entre a entrada de ar e a bomba.

11.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir um reservatório de ar ligado por um tubo entre a bomba e o orifício.

12.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir um circuito de desvio ajustável ligado em paralelo com a bomba e usado para ajustar o fluxo do ar através da bomba.

13.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por a bomba ser uma bomba de diafragma.

14.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por possuir um filtro disposto num tubo em paralelo antes do interruptor operado pela pressão .

15.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a fonte de energia ser uma bateria.

16.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 15, caracterizada por possuir um circuito de carga da bateria.

17.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 12, caracterizada por possuir um tubo de desvio em paralelo com o orifício.

18.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 17, caracterizada por os desvios do motor e do orifício possuírem, cada um, uma válvula de agulha ajustável e por o orifício ser uma válvula de agulha ajustável.


19.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 9, caracterizada por possuir um dispositivo para a ligação de uma linha omnibus de dados para carga e descarga de dados.

20.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 19, caracterizada por possuir uma unidade de programação que pode ser ligada ao dispositivo da linha omnibus de dados para fazer a carga de dados.

21.- Unidade de bomba de acordo com a reivindicação 18, caracterizada por possuir um circuito detector de fluxo de ar de pequeno caudal.

Lisboa, 24 de Abril de 1985

O Agente Oficial da Propriedade Industrial





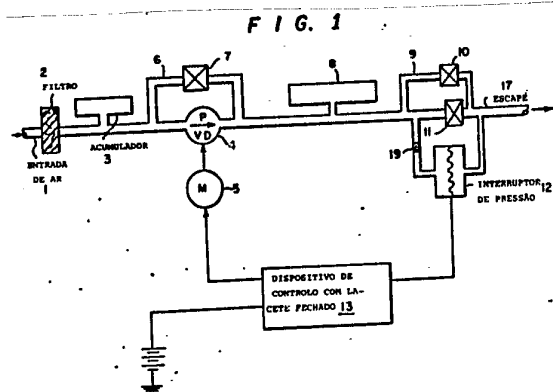
R E S U M O

"Unidade de bomba aperfeiçoada para a colheita
de amostras de ar"

A presente invenção refere-se a uma unidade de bomba apropriada para colher amostras de ar que funciona com caudal de ar constante na gama dos 5 aos 5 000 cm³/minuto, a qual possui um filtro para remover partículas ou vapores da corrente de ar, um acumulador de ar, uma bomba de impulso variável optativamente com um circuito de desvio, um motor eléctrico para accionar a bomba, um reservatório de ar optativo um orifício que cria uma queda de pressão na corrente de ar, um circuito de desvio optativo para o orifício e um comutador operado pela pressão ligado em paralelo com o orifício e que segue as variações da queda de pressão de ar, consistindo o aperfeiçoamento introduzido na bomba na utilização de um circuito digital ligado electricamente ao comutador actuado pela pressão e em um dispositivo de controlo em anel fechado, ligado electricamente ao circuito digital e ao motor, determinando um sinal digital a posição aberta ou fechada do comutador e permitindo o dispositivo de controlo que a corrente passe ou não para o motor que acciona a bomba para proporcionar um fluxo de ar constante através da unidade.

A unidade de bomba é usada por um trabalhador ou é colocada num local de trabalho e, decorrido um certo intervalo de tempo, por exemplo um dia de trabalho, retira-se o filtro e o seu conteúdo é recolhido e analisado mediante técnicas convencionais, tais como a cromatografia em fase gasosa, para determinar um nível de exposição

do indivíduo ou o nível de exposição das pessoas que trabalham no referido local.



Lisboa, 24 de Abril de 1985

O Agente Oficial da Propriedade Industrial

[Handwritten signature]

FIG. 1

