



CONTROLE DE UMA PLATAFORMA DE DESLOCAMENTO HORIZONTAL PARA REPAROS POR ATRITO

Thiago Caetano Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia - Campus Santa Mônica. Avenida João Naves de Avila 2121
thiago_mecat@yahoo.com.br

Bruno Marega Borges

br_marega@yahoo.com.br

Vera Lúcia D. S. Franco

vlfranco@ufu.br

Sinésio Domingues Franco

ltm-sdfranco@ufu.br

Resumo: Atualmente, as indústrias de exploração de petróleo enfrentam algumas dificuldades na realização de reparos em diversas estruturas como os chamados dutos de perfuração (drill pipes). Isso se dá devido à inacessibilidade do local, o perigo causado pelo manuseio de petróleo e a dificuldade em se realizar esses reparos com qualidade em águas profundas. Tais fatos fazem com que a técnica de reparo por atrito ganhe um destaque cada vez maior. Entre as vantagens desse processo listam-se a portabilidade, excelente união metalúrgica e a inexistência de faiscamento, o que é de extrema importância por reduzir o perigo de uma explosão causada pelo contato das faíscas com o petróleo. O processo de revestimento por atrito, consiste em depositar uma camada de metal sobre uma trinca. Isso é obtido devido a um movimento relativo entre a cabeça de reparo e o local a ser reparado. Essa é uma técnica ainda pouco conhecida e que pode ser utilizada nas indústrias para diversos fins. Para realizar este tipo de reparo é necessário utilizar uma plataforma de deslocamento horizontal durante ensaios de revestimento por atrito, e com ela a necessidade do controle através de um software que viabilize o monitoramento e configuração do conjunto servoconversor/mesa-x via computador.

Palavras-chave: Mesa de deslocamento axial, Revestimento por Atrito, automação, LabView.

1. INTRODUÇÃO

O processo conhecido como “Friction Hydro Pillar Processing” (FHPP) consiste em fazer um furo cilíndrico ou cônico em uma região contendo trincas e, posteriormente, preenchê-lo com um pino também cilíndrico ou cônico, o qual é submetido a rotações de até 8000 rpm e forças axiais de até 50 kN. Devido ao atrito entre o pino e a superfície do furo, há um aumento da temperatura das superfícies de contato, o que leva a uma redução do limite de escoamento do material, favorecendo desta forma, o seu fluxo plástico (Formoso, *et al.*, 2005).

O processo conhecido como “Friction Surfacing”, ou revestimento por atrito, representado na Figura 1, é derivado do FHPP e mantém todos os benefícios desse processo – processamento no estado sólido, microestrutura homogênea e refinada e excelente união metalúrgica (Vitanov, *et al.*, 2000; Vitanov, *et al.*, 2001).

No revestimento por atrito, novamente tem-se a rotação do pino e a força axial. Todavia, quando o material entra em fluxo plástico ele não preencherá um furo. Nesta fase, implementa-se um movimento relativo do substrato (deslocamento horizontal), obtendo-se, assim, a deposição do material do pino sobre uma chapa ou substrato. Através dessa técnica, “Friction Surfacing”, pode-se então aplicar diferentes tipos de materiais sobre substratos, resultando em incrementos na resistência à corrosão e/ou desgaste. Levando-se em consideração que muitos locais a serem revestidos podem ter dimensões significativas, justifica-se a introdução de uma mesa de deslocamento axial (mesa-x), que, através do seu deslocamento, permite obter revestimentos com comprimentos variados.

Dada a importância desse processo para o reparo de componentes na exploração de petróleo em águas profundas, como os tanques de plataformas semi-submersíveis, encontra-se em fase final de construção no Laboratório de Tribologia e Materiais da Universidade Federal de Uberlândia um equipamento de reparo por hidro-fricção. Através de pequenas alterações esse equipamento pode ser utilizado no revestimento de componentes.

Assim, com a infra-estrutura disponível, pretende-se neste trabalho desenvolver um software que permita o controle de uma mesa, tornando possível a deposição de revestimentos em substratos por atrito. Esse software deverá permitir a entrada e controle de variáveis, tais como rotação do pino, velocidade relativa de deslocamento e tamanho do recobrimento desejado.

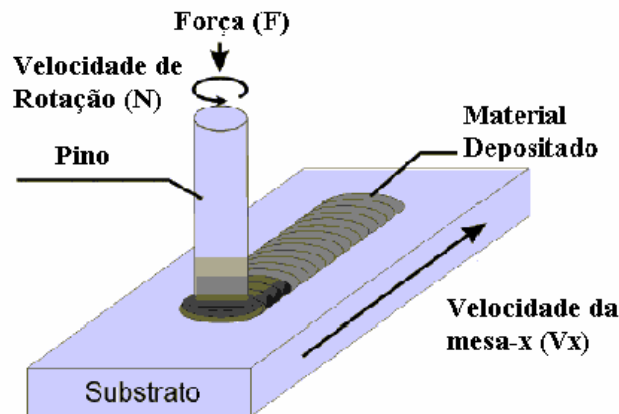


Figura 1: Processo de revestimento por atrito.

2. INSTRUMENTAÇÃO.

Atualmente, o conjunto denominado servoconversor/mesa-x é constituído pelos seguintes itens fabricados pela WEG Automações: um servoconversor modelo SCA – 04 4/8 mostrado na Figura 2, que é conectado diretamente ao PC através da porta serial; um servomotor modelo SWA 40 2.6 60, que por sua vez está conectado ao servoconversor por cabos próprios; e uma mesa-x disposta na Figura 3.



Figura 2: Servoconversor SCA – 04.

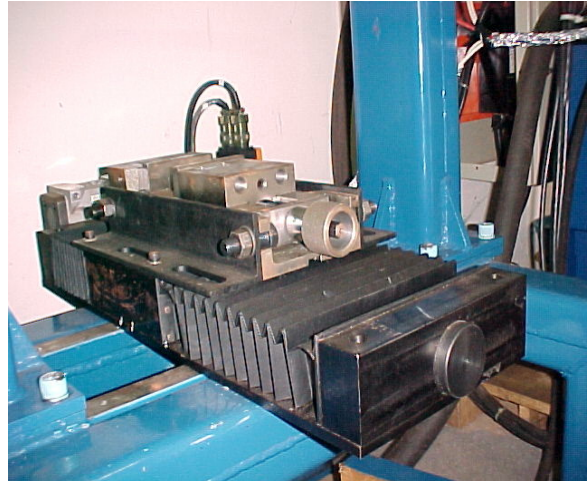


Figura 3: Mesa de deslocamento axial.

Por medida de segurança, em eventuais situações de risco ou que possam prejudicar a integridade física da mesa-x, são utilizados sensores magnéticos de fim de curso, indicados na Figura 4, no início e no final da mesa-x. Eles são alimentados por uma fonte interna do servoconversor e conectados nas entradas digitais do mesmo. Tais sensores funcionam como uma chave normalmente aberta que se fecha quando é detectada a presença de campo magnético agindo nas proximidades do sensor (cerca de 20 mm), retornando como saída o valor da tensão nominal de alimentação ($U = 24V$).

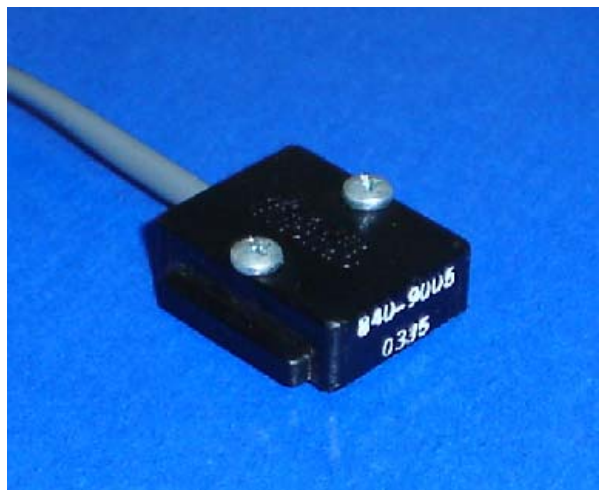


Figura 4: Sensor magnético de fim de curso.

3. PROGRAMAÇÃO.

Visando a automação do processo, um programa foi desenvolvido utilizando o software LabView®, versão 6.0, para que a comunicação do computador com o servoconversor fosse estabelecida. Como mencionado anteriormente, essa comunicação se dá através da porta serial, por meio do protocolo de comunicação RS-232, a uma taxa de transmissão de 9600 bps (Zelenovsky, R e Mendonça, A., 1999). Para ativar a comunicação de dados é necessária a configuração do parâmetro P048 (seleciona o protocolo de comunicação serial) do servoconversor em 0002 (8 bits sem paridade).

Toda a troca de dados entre servoconversor e computador é estabelecida por um padrão de telegramas de escrita e leitura definidos em um manual de comunicação serial fornecido juntamente com equipamento.

Para o início da fase de programação foi necessário conhecer o modo de funcionamento do servoconversor. Depois disso, verificou-se que ele trabalha de acordo com parâmetros pré-determinados, o que restringe uma lógica de programação, mas que também permite o controle de inúmeras variáveis, tais como torque, rampa de aceleração, deslocamento angular, entre outras.

Basicamente, o processo se restringe a três etapas: retorno da mesa, posicionamento e realização de ensaio. Visando isso, o programa foi desenvolvido de acordo com a linha lógica definida para a automação do sistema.

3.1. Parametrização do Retorno da plataforma.

Para iniciar a configuração da mesa bem como alterar qualquer valor anteriormente estabelecido é necessário entrar com uma senha, definida no parâmetro P006, e também fazer a habilitação em P007 para o manuseio das variáveis de controle.

Seguindo uma sequência lógica definida depois de um estudo detalhado, verificou-se que para garantir a segurança do conjunto, é necessário habilitar as entradas digitais para que os sensores de fim de curso, acoplados nas extremidades da mesa, possam atuar prontamente caso haja necessidade. Essa habilitação se dá pelo parâmetro P032.

Quando esse parâmetro está ativado, o servoconversor começa uma rotina de verificação independente, ou seja, é possível fazer o manuseio da mesa-x até que seja detectado algum sinal de tensão por parte do sensor. Caso isso aconteça, automaticamente é ativada a função “STOP”, pelo parâmetro P008, impedindo que a mesa desloque em qualquer circunstância. A utilização desses sensores é necessária para garantir que o deslocamento da mesa não ultrapasse os limites da base, caso seja preciso, e também fazer o posicionamento inicial que antecede o processo.

Feitas as configurações iniciais para o funcionamento correto do sistema é possível alterar os próximos parâmetros necessários, a começar pelo P027, que estabelece o sentido de giro do motor, e conseqüentemente o sentido de deslocamento linear da mesa. Logo após, altera-se a velocidade de deslocamento de retorno (V), determinada pelo parâmetro P015. Atualmente esse valor está configurado em $V = 500 \text{ mm/min}$.

Assim termina a parametrização inicial da mesa-x, sendo que é importante ressaltar que as etapas descritas acima são feitas com o sistema parado. Após esta etapa, é necessário determinar o modo de operação do conjunto, sendo que o servoconversor nos oferece três modos diferentes: modo torque, modo velocidade e modo posicionamento.

Cada modo de operação nos oferece suas vantagens, sendo que neste caso, como se deseja apenas retornar a mesa à posição inicial, sem nenhuma carga axial aplicada, utiliza-se o modo velocidade. Nesta etapa, a mesa se desloca com velocidade constante rumo à porção inicial do seu curso. Isto acontece até que um ímã instalado na mesa aproxima-se do sensor instalado na base.

Quando a mesa começa a retornar à sua porção inicial, o programa entra em uma rotina de monitoramento, fazendo com que nenhuma operação seja realizada até que o sensor reconheça que o ímã fixo na mesa está próximo. Quando adquirido o sinal pelo sensor, a função “STOP” é acionada e o servoconversor automaticamente pára todas as tarefas pois a mesa encontra-se na posição desejada.

3.2. Parametrização para realização de ensaios

Após a o reconhecimento do sensor, o equipamento cessa o movimento. A partir daí muda-se o modo de operação para o modo posicionamento. Deseja-se trabalhar nesse modo porque ele permite determinar a quantidade de voltas que o servomotor executará. Com isso tem-se a relação entre deslocamento angular (servomotor) e deslocamento linear (mesa) mostrando a sua real posição. Assim, pode-se atribuir de forma precisa o tamanho do recobrimento desejado, de modo que não haja desperdícios nem prejuízos.

Após a mudança do modo de operação, o servomotor continuará parado, e então se desabilita o parâmetro P032, pois como o ímã está próximo do sensor, não importa o que se faça, o motor não

entrará em funcionamento com a entrada digital habilitada. Em seguida, muda-se a leitura do parâmetro P008 para 0, ou seja, retiramos a função “STOP”. Então, inverte-se o sentido de giro para a realização do ensaio.

Com o parâmetro P019 configura-se o número de voltas necessário, de acordo com o tamanho de revestimento desejado (valor informado pelo usuário). Porém, existe um redutor acoplado à mesa-x com um fator de redução de 6 (seis), que tem que ser considerado, por isso é necessário que seja informada ao servoconversor uma velocidade seis vezes maior do que a velocidade real de operação. Assim, de acordo com a velocidade estipulada pelo usuário (1 a 1000 mm/min), configura-se a velocidade de rotação do servomotor, e conseqüentemente a da mesa.

A utilização do parâmetro P009 “(STOP PLUS)” faz com que o motor movimente-se de acordo com o valor de recobrimento desejado utilizado como referência. Essa função é acionada na transição de “OFF” para “ON”. Daí então a necessidade de desativá-la primeiramente. Após a ativação dessa função, o servomotor executará as voltas necessárias para obter a velocidade desejada, e logo após irá parar e travar o eixo.

O programa apresenta atualmente duas opções de funcionamento. A primeira é denominada “Realizar revestimento”, e a segunda “Retorno da mesa”. As variáveis de entrada são: Velocidade (mm/min); Tamanho da amostra: (mm) e Tamanho do recobrimento desejado: (mm). Além das variáveis, também estão inseridos na interface alguns indicadores, tais como a previsão do tempo de ensaio, o tempo parcial e o deslocamento parcial decorridos. A interface do programa é apresentada como na Figura 5.

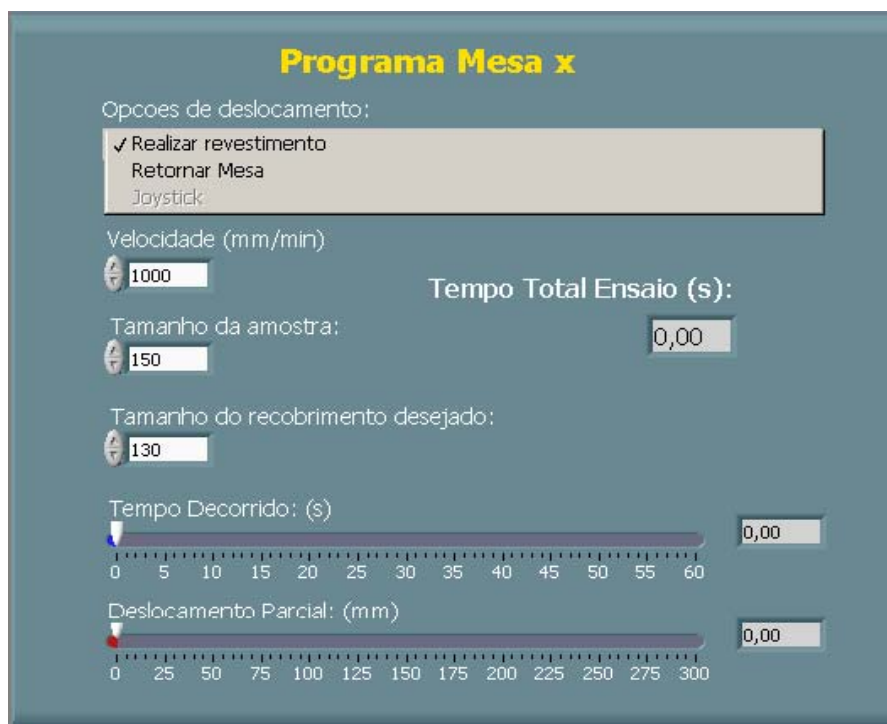


Figura 5: Interface do programa para controle da mesa-x.

O fluxograma do programa desenvolvido está apresentado na Figura 6.

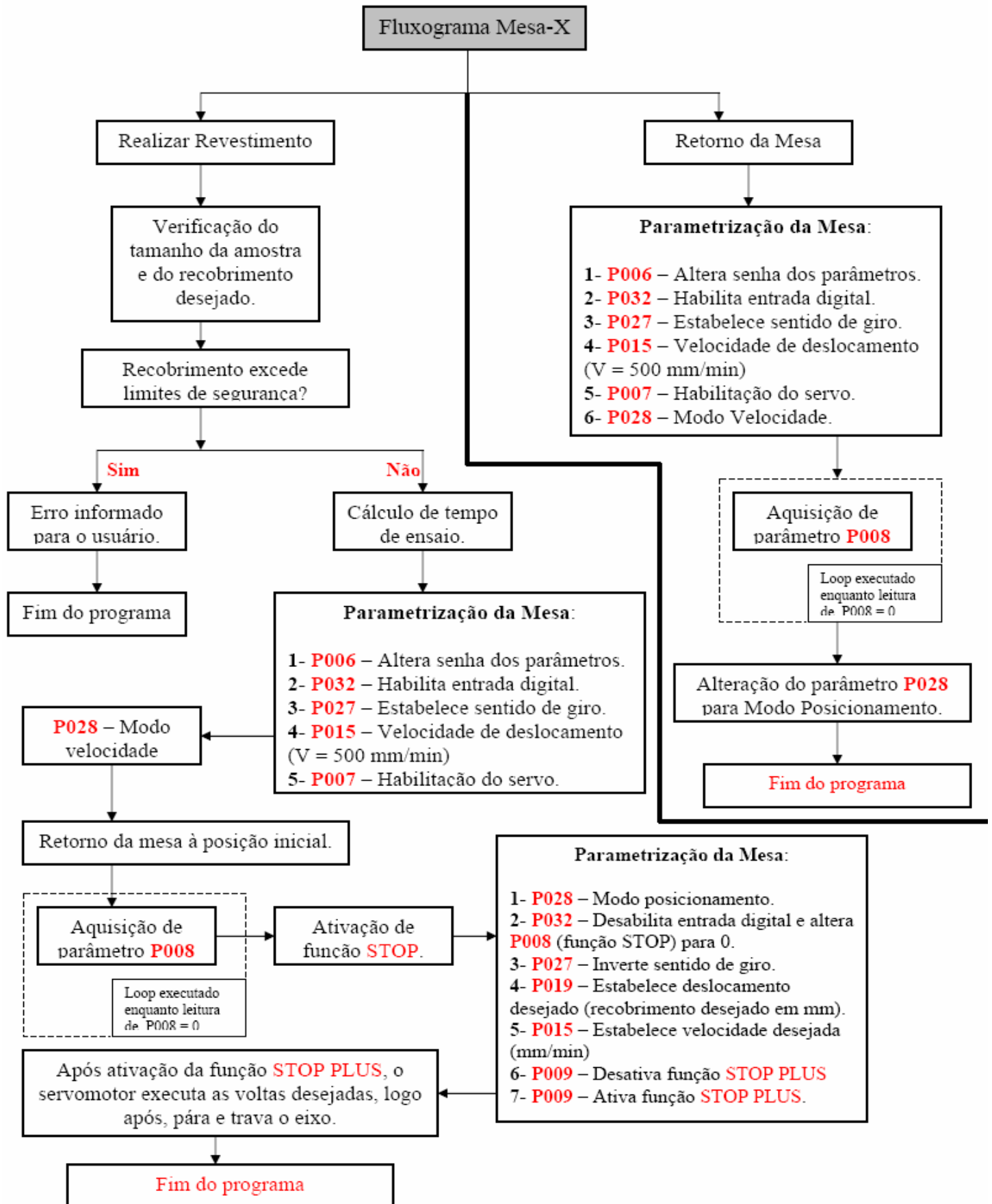


Figura 6: Fluxograma do programa desenvolvido para controle da mesa-x.

4. SISTEMA DE FIXAÇÃO.

A mesa-x é acoplada à base da haste de reparo por quatro parafusos M8.

Para fazer a fixação dos corpos de prova na mesa para ensaios de preenchimento por atrito - FHPP – utilizou-se uma morsa, mostrada sobre mesa-x na Figura 3, com a função de dar firmeza nos dois lados do bloco a ser preenchido com o pino. Isso é possível porque existem na mesa vários furos roscados que permitem a implementação de novas estruturas auxiliares logo acima da mesma.

Em ensaios de revestimento será adicionada à mesa uma base metálica com furos passantes e roscados na qual serão fixados os corpos de prova em substituição à morsa permitindo melhor estabilidade ao sistema.

5. CONCLUSÕES

Para desenvolver o controle de uma plataforma móvel, projetada a fim de permitir o deslocamento horizontal e fixação dos corpos de prova submetidos aos ensaios de reparo e revestimento por atrito, foi desenvolvido um *software* que permitiu a parametrização e otimização do processo. Sua interface gráfica permite ao usuário fazer as modificações necessárias de forma simples e eficiente sem se preocupar com a programação interna do mesmo.

As leituras das principais variáveis podem ser visualizadas e monitoradas em tempo real durante todo o processo, além de ter um sistema de segurança que controla a entrada de valores incoerentes e que mantém a integridade física da mesa posicionadora.

Verificou-se que a manipulação de informações entre computador e servoconversor, através da porta serial, atendeu de forma satisfatória as necessidades do projeto, apesar de reduzir o tempo de processamento de dados, o que não influenciou a parametrização da mesa.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

7. REFERÊNCIAS

- Beldford, G.M., Jaworski, B., Vitanov, V.I. and Voutchkov, I., 2001, “An integrated approach to friction surfacing process optimization”, *Journal of Materials Processing Technology*.
- Beldford, G.M., Vitanov, V.I. and Voutchkov, I., 2000, “Decision support system to optimise the Frictec (friction surfacing) process”, *Surface and Coating Technology*.
- Ferreira, T.C, Formoso, C.M, Franco, V.L.D.S, Franco, S.D, Jardim, M.P, Paes, M.T.P, 2005, “Development and implementation of a control software for a Friction Hydro Pillar Processing Machine”, *II Symposium on Multibody System and Mechatronics*, Uberlândia, Brazil.
- Mendonça, A. e Zelenovsky, R., 1999, “P.C: um guia prático de hardware e interfaceamento” 2ª edição.

CONTROL OF A MONO-AXIAL DISPLACEMENT PLATFORM FOR FRICTION RAPAIRS.

Thiago Caetano Ferreira

Federal University of Uberlândia - Santa Mônica Campus. 2121, João Naves de Avila Avenue.

thiago_mecat@yahoo.com.br

Bruno Marega Borges

br_marega@yahoo.com.br

Vera Lúcia D. S. Franco

vlfranco@ufu.br

Sinésio Domingues Franco

ltm-sdfranco@ufu.br

Abstract: Nowadays, the petrol exploitations industries face difficulties on repairing structures such as the well known drill pipes, due to the danger caused by the petrol handling and the difficulties in carrying out quality repairs in deep water. These facts make the technique of friction repair more and more importar. The friction repair equipment should include the following characteristics: portability, excellent metallurgical bond and the inexistent sparkling. This last item is very important due to the risk of explosion caused by spark. The process called friction surfacing consists in deposit a layer of metal over a crack. This deposited metal arrises from relative movement of the repairing head and the substrate. To use this technique, a mono-axial displacement platform becomes necesssary and in order to perform the repairs this platform should be controlled by a software which allows the monitoring of the set servocontroller/x-table by computer.

Keywords: *Mono-axial displacement plataform, Friction surfacing, automation, LabView.*