



## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA ELETRÔNICO PARA SUBSTITUIÇÃO DE UM DINAMOMETRO UTILIZANDO CÉLULA DE CARGA<sup>1</sup>

*Luciano Pivoto Specht<sup>2</sup>, Luis Felipe Scherer<sup>3</sup>, Mauricio de Campos<sup>4</sup>*

**INTRODUÇÃO:** O ensaio de cisalhamento direto em solos e rochas brandas é importante para o desenvolvimento de bons projetos na área de engenharia civil. Entretanto a maioria dos equipamentos utiliza sensores mecânicos que além de necessitarem um operador, possuem a precisão limitada à habilidade de leitura do mesmo. Nesse sentido as soluções apresentadas no decorrer deste artigo buscam facilitar o trabalho das pessoas envolvidas nos ensaios de cisalhamento, auxiliando na obtenção automática de medidas precisas. Para tanto são abordados tópicos, resultantes de um trabalho de pesquisa interdisciplinar, que descrevem desde a funcionalidade do equipamento, até o detalhamento das soluções de automação nele aplicadas. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Os problemas de Mecânica dos Solos estão normalmente associados às superfícies de ruptura. O conhecimento da máxima tensão que poderá atuar nesta superfície sem levá-la à ruptura é de extrema importância para o desenvolvimento de um adequado projeto de engenharia. Para PINTO (2000), o solo sofre ruptura num certo plano, quando a tensão de cisalhamento, atuante naquele plano, ultrapassa a resistência ao cisalhamento do solo. Os parâmetros que caracterizam a resistência ao cisalhamento de um solo são o ângulo de atrito interno e a coesão, sendo que usualmente esses parâmetros são determinados através de ensaios de cisalhamento direto. Para tanto é utilizado no laboratório de solos (LEC/UNIJUÍ) um equipamento no qual existe uma caixa, composta de duas partes deslocáveis entre si, onde é colocada uma amostra de solo. Nessa caixa, aplica-se uma tensão normal ( $P$ ), num plano, e verifica-se, através um dinamômetro analógico, o valor de tensão cisalhante ( $S$ ) na qual ocorre a ruptura naquele plano. Além deste, outros dois sensores de deslocamento, também analógicos, exibem a deformação vertical ( $ev$ ) e horizontal ( $dh$ ) instantânea. O processo de ensaio demora de seis a doze horas e é necessário que um aluno e/ou professor e/ou laboratorista fique monitorando, em intervalos de cerca de 15 minutos, a prensagem e deformação do solo. Portanto, pensando em facilitar o trabalho com resultados confiáveis, desenvolveu-se como alternativa de automação para o equipamento um sistema baseado em um microcontrolador. Neste dispositivo as aferições são tratadas e posteriormente enviadas para um display e para porta serial de um microcomputador. **RESULTADO:** O sistema proposto pode ser dividido em duas partes, na primeira é medida a tensão cisalhante ( $S$ ) e a segunda trabalharia na aquisição dos valores de deformação horizontal e vertical. O projeto desenvolvido concentrou-se na medição da tensão cisalhante, começando com a substituição do dinamômetro analógico por uma célula de carga e prosseguindo com etapas de amplificação, conversão, modelagem e amostragem dos dados. A célula de carga tem seu funcionamento baseado em extensômetros metálicos (strain-gages), um sensor que conforme sua deformação apresenta variações de resistência ôhmica. Esses, em número geralmente igual a quatro, são ligados entre si segundo uma ponte de Wheatstone (Figura 04) e o desbalanceamento da mesma é linearmente proporcional à força aplicada. Com esse processo consegue-se então transformar a tensão mecânica imposta à célula de carga em



uma tensão elétrica. Já no estágio de amplificação foi utilizado o amplificador operacional de instrumentação INA128, sendo sua saída conectada ao conversor analógico-digital (AD) do microcontrolador utilizado, no caso o PIC18F452. O valor binário (digital) obtido com resolução de 10bits na conversão AD, é sujeitado a uma modelagem matemática pelo programa executado no microcontrolador. Esta modelagem baseia-se em parâmetros de calibração definidos pelo usuário, com auxílio de um teclado, e resulta no valor da tensão de cisalhamento em quilograma-força. A tensão de cisalhamento por fim é enviada então tanto para um Display LCD 2x16, quanto para um microcomputador através de uma comunicação serial, ainda utilizando recursos do microcontrolador. A segunda parte, que envolve a aquisição dos valores de deslocamento horizontal e vertical, é uma oportunidade de continuação do projeto. Onde, preferencialmente deve-se estudar algum tipo de alternativa aos onerosos sensores de deslocamento LVDT. CONCLUSÃO: A implementação do circuito com suas opções de saída facilitou os ensaios de cisalhamento direto, processo que como se pode observar caracteriza-se como uma etapa de grande importância no desenvolvimento de um projeto na área de engenharia civil. A tensão mecânica a qual o corpo de prova esta submetida além de ser exibida de forma instantânea no display do dispositivo, pode ser enviada a um micro-computador possibilitando a visualização de seu comportamento no decorrer do tempo por meio de gráficos. Tais recursos aliados a outros benefícios, como baixo custo e opção de calibração caracterizam o circuito como uma opção mais que satisfatória para a automação do referido equipamento. Apoio: PIBIC-UNIJUÍ.

<sup>1</sup> Projeto Conjunto Engenharia Elétrica e Engenharia Civil

<sup>2</sup> Pesquisador, Professor Doutor do DeTEC

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIC-UNIJUÍ

<sup>4</sup> Pesquisador, Professor Mestre do DeTEC