

DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO DE ALTA POTÊNCIA COM DOIS GRAUS DE LIBERDADE

Aluno: Filipe Sacchi da Silva
Orientador: Marco Antonio Meggiolaro

Introdução

Nos últimos anos tem-se observado um grande crescimento das aplicações de sistemas robóticos. Sistemas robóticos são dispositivos mecânicos versáteis equipados com sensores e atuadores, sob o controle de um sistema computacional. Para aumentar a eficiência destes sistemas é necessário que se aumente a velocidade de execução de suas tarefas, em contrapartida em velocidades altas os efeitos de acoplamento dinâmico se tornam significativos e precisam ser compensados.

Objetivos

Projetar e montar um manipulador de alta potência com dois graus de liberdade, controlado por computador, para o estudo das técnicas de controle de trajetórias em altas velocidades.

Metodologia

Inicialmente ocorreram aulas sobre a teoria dos manipuladores, abordando aspectos como cinemática direta e cinemática inversa. Definiu-se então os componentes principais que seriam utilizados na construção do manipulador, tais como: perfis de alumínio, sistema de acoplamento motores-*encoders*, conjunto de polias dentadas, correia e motores de alta potência (motores *Magmotors* de 4,5HP cada) para acionamento dos elos do sistema. O elo mais afastado da base foi acionado remotamente, ou seja, acionado por correias. Elaborou-se então o projeto do manipulador e para isto foi de grande valia a utilização do programas CAD (*Solidworks*). Após a montagem, o manipulador de dois graus de liberdade ficou conforme mostrado na figura ao lado.

A conexão entre o manipulador e computador foi feita utilizando uma placa conversora analógico-digital e digital-analógica *ServoToGo*, de 8 canais de entradas analógicas, 8 canais de saídas analógicas, 8 canais de entradas para *encoders*, e 32 bits de entrada e saída digital. A tensão de saída desta placa limita-se entre 0 e 5Volts, sendo assim foi necessária a utilização de um amplificador de potência (amplificador *RoboteQ*) para conversão proporcional da tensão obtida da placa *ServoToGo*, conseguindo então tensões entre -24 e +24Volts que foram utilizadas para alimentação dos motores que movimentam os elos do sistema.

Quando o manipulador se movimenta em altas velocidades, os efeitos inerciais que ocorrem entre os dois elos se tornam relevantes. Duas das principais técnicas de controle de trajetórias



existentes são: PID (composto por três ações independentes: Proporcional-Derivativo-Integral), e Torque Computado [1,2,3]. No primeiro caso (Torque Computado), consegue-se a compensação dos efeitos dinâmicos causados por movimentos em altas velocidades, no entanto, como o amplificador utilizado (*RoboteQ*) permite apenas que se controle velocidade (através da tensão) e não torque (através da corrente), esta técnica não foi implementada. Já no segundo caso (PID), a implementação foi possível, e esta foi feita utilizando um programa de controle que utiliza o programa LabVIEW da *National Instruments*. A técnica de controle então utilizada (PID) foi aplicada ao manipulador para realização de trajetórias pré-definidas no programa de controle, como por exemplo trajetórias circulares.

Em um segundo momento, os testes do manipulador foram realizados com o auxílio de um segundo manipulador de menor potência construído em um projeto paralelo, onde este funcionou como “mestre” ditando a trajetória a ser realizada pelo manipulador de alta potência, o manipulador “escravo”. Isto possibilitou diversos testes como a movimentação de apenas um dos elos do manipulador “escravo” para verificação dos efeitos inércias sobre seu outro elo, comprovando assim os efeitos de acoplamento dinâmico para trajetórias em altas velocidades.

Conclusões

A construção do manipulador de alta potência permitiu a comprovação da existência de efeitos inerciais existentes entre os elos do mesmo, quando este está submetido a trajetórias em alta velocidade. Verificou-se também que o controle PID não apresenta um bom desempenho para manipuladores operando em altas velocidades, já que não leva em consideração os efeitos da dinâmica. A introdução do parâmetro derivativo no controle PID acaba por reduzir um pouco a vibração dos elos, o que indiretamente acaba por reduzir o efeito do acoplamento inercial de um elo sobre o outro.

Referências

- 1 - SPONG, W., VIDYASAGAR, M. **Robot Dynamics and Control**. Wiley, 1989.
- 2 - CRAIG, J.J. **Introduction to Robotics: Mechanics and Control**. Addison-Wesley, 1986.
- 3 - OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. Prentice-Hall do Brasil, 1990.