

Estudo e aplicação da ferramenta xPC *Target* na simulação em tempo real de sistemas dinâmicos

Orientador: Prof. Sergio Ribeiro Augusto - sergioribeiro@maua.br

Sumário

1	Resumo do projeto	1
2	Introdução	1
3	Objetivos	2
4	Revisão bibliográfica	2
5	Materiais e métodos	3
5.1	Materiais	3
5.2	Métodos	4
6	Plano de trabalho e cronograma	4

1 Resumo do projeto

Este trabalho de Iniciação Científica (IC) visa o estudo da ferramenta xPC Target [1] da Mathworks para aplicações do tipo *Hardware-in-the-loop* (HIL) [2]. Após o estudo da ferramenta e de suas características será avaliada a aplicação da mesma na simulação em tempo real de um sistema tipo levitador magnético controlado externamente por um micro controlador executando uma lei de controle compatível.

2 Introdução

Embora ferramentas de simulação *offline*, ou em tempo de computação, como o Simulink [1], são importantes para o estudo e desenvolvimento de modelos e sistemas de controle, as mesmas dependem da potência computacional disponível e da complexidade do sistema simulado, objetivando apenas obter resultados tão rápido quanto possível. Por outro lado, no conceito de simulação de tempo real, a precisão das computações/simulações dependem também do tempo necessário para produzir os resultados, o qual deve ser compatível com o tempo de resposta do sistema real.

Tal simulação permite uma visão mais realística do sistema em estudo. Também, durante a fase de testes de um dado sistema de controle é importante que o mesmo possa ser avaliado em conjunto com a planta real, e sob diversas condições de operações e/ou falhas. Tais condições nem sempre são possíveis na prática, ou por não se ter a planta disponível para testes preliminares (planta em construção), ou por a mesma não permitir testes em condições de falha (segurança), ou por ser economicamente inviável realizar os testes na planta real. Nesses casos, um simulador em tempo real da planta mostra-se indispensável. Podemos citar, como exemplo, o controle de atitude de um satélite, onde a avaliação do sistema de controle é proibitiva após o lançamento, enquanto um simulador em tempo real da dinâmica do mesmo permitiria a avaliação do seu sistema de controle no solo. Uma abordagem utilizada para simulação em tempo real é a chamada Hardware-in-the-loop (HIL) , sendo a mesma utilizada nesse trabalho para a simulação de um sistema dinâmico (levitador magnético).

3 Objetivos

Esse projeto de iniciação científica pretende criar um HIL, utilizando o recurso xPC Target para simulação em tempo real de um sistema de suspensão magnética, e interfacear o mesmo com um dispositivo microcontrolado executando uma lei de controle específica.

Tal sistema também será utilizado como ferramenta didática nas aulas de graduação dos cursos de Engenharia Elétrica e Controle e Automação.

4 Revisão bibliográfica

Como citado na introdução, o enfoque de simulação utilizado é o conceito de HIL. Aplicações HIL consistem em um controlador físico conectado a uma planta virtual simulada em tempo real, conforme a Figura 1.

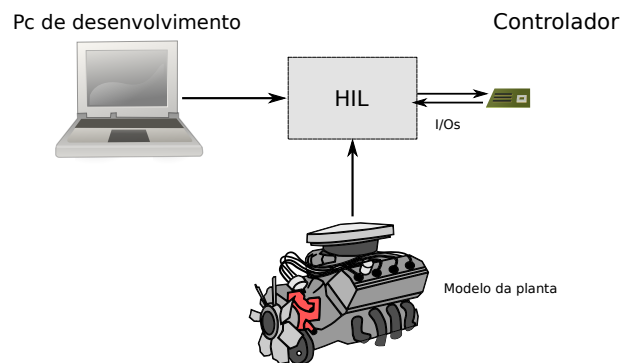


Figura 1: Definição de Hardware-In-The-Loop

HIL permite antecipar testes de controle antes de se ter a planta real disponível. Além disso, plantas virtuais tem um custo mais baixo e possibilitam maior flexibilidade [3]. Isto permite obter resultados mais rápidos e fornece possibilidades de testes em condições extremas, normalmente não permitidas na planta real.

Plataformas para simulação tipo HIL são disponíveis comercialmente, como o Dspace [4], mas normalmente utilizam hardware proprietário de alto custo. A Mathworks disponibiliza

dentro do ambiente Matlab/Simulink a ferramenta *xPC Target* que possibilita a criação de HILs utilizando um computador comercial, tipo PC, de baixo custo e uma placa de aquisição.

O xPC Target é uma ferramenta para geração de executáveis de tempo real a partir de modelos do Simulink, sem a necessidade de escrita de códigos de baixo nível, e ainda possibilita ao usuário acessar I/Os do modelo virtual através de placas de aquisição de dados. Essa ferramenta possibilita que o Matlab seja usado não só na fase de prototipagem do projeto mas também na de validação e testes, tornando assim uma ferramenta unificada e completa para o desenvolvimento de sistemas de controle.

O modelo criado no Simulink utilizando os blocos de I/Os é compilado pelo xPC Target e um arquivo binário contendo a representação do sistema é gerado. Esse arquivo é então carregado no computador (PC Alvo) que possui a placa de aquisição e o sistema operacional em tempo real, *XPC-target Kernel*, inicializado a partir de um disco de inicialização. A comunicação entre os dois computadores pode ser feita tanto por TCP/IP quanto serial. O fluxo de desenvolvimento pode ser visto na Figura 2.

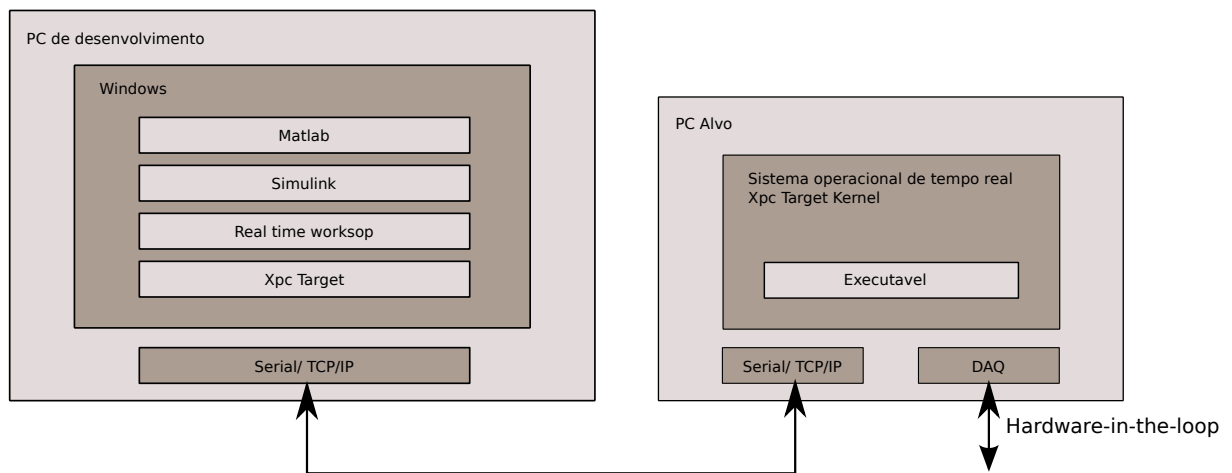


Figura 2: Fluxo de desenvolvimento

A placa de desenvolvimento McLab2 PIC 2 da Mosaico [5] será utilizada para a implementação de uma lei de controle para controlar a planta de um levitador magnético simulada pelo HIL. A placa disponibiliza entradas, saídas analógicas e digitais, assim como recursos de temporalização e comunicação.

O sistema de levitação magnético proposto, ilustrado na Figura 3, é composto por uma bobina enrolada com fio de cobre num núcleo ferromagnético, responsável pela geração de um campo magnético; um sensor de posição; uma interface de potência para acionamento da bobina e uma massa magnética m a ser levitada. O modelo matemático de tal sistema é fornecido em [6] e será utilizado como referência para desenvolvimento da planta virtual.

5 Materiais e métodos

5.1 Materiais

Os seguintes equipamentos e softwares serão base da execução deste projeto de IC para a implementação de um sistema HIL.

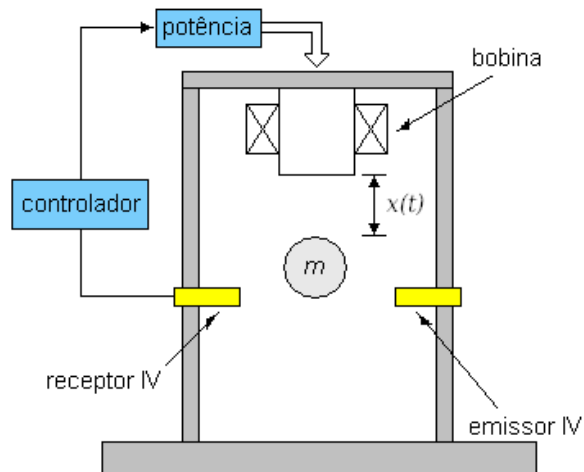


Figura 3: Levitador magnético

- Computador Dell Inspiron;
- Laptop Lenovo Thinkpad;
- Placa de aquisição DAQ 6251;
- Matlab com módulo xPC Target;
- McLab2 PIC 2 ;

5.2 Métodos

Inicialmente será estudada a plataforma xPC Target e como embarcá-la em um computador comercial, analisando também seus recursos para simulação de sistemas dinâmicos. A configuração proposta para o estudo do conceito de HIL está ilustrado na Fig. 4. Um computador Dell Inspiron será utilizado para a simulação em tempo real, executando o recurso xPC Target, da dinâmica do levitador magnético. A entrada e saída da planta (ação de controle e posição do objeto levitado) serão realizadas através da placa de aquisição DAQ 6251, a qual interfaceia com o McLab2 PIC 2 implementando a lei de controle do sistema (estabilizar a posição do objeto). Um laptop será utilizado para parametrização e configuração do recurso xPC Target.

6 Plano de trabalho e cronograma

O desenvolvimento desta pesquisa é particionado nas seguintes etapas:

1. Estudo do xPC Target e seus recursos/características - 5 semanas;
2. Instalação e configuração do xPC Target no PC dedicado ao HIL - 5 semanas;
3. Implementação do modelo de levitador magnético no HIL usando o xPC Target - 6 semanas;

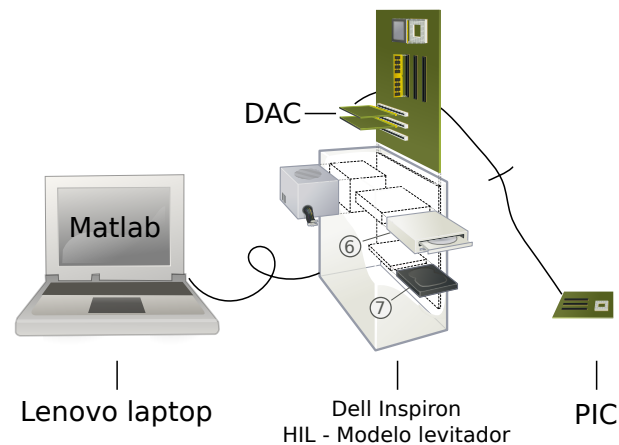


Figura 4: Diagrama de utilização dos materiais

4. Configuração da placa DAQ e eventual desenvolvimento de hardware para interface com módulo PIC2 - 4 semanas;
5. Implementação da lei de controle no módulo PIC2 - 4 semanas;
6. Avaliação do sistema e testes de validação - 9 semanas;
7. Redação de relatórios técnicos com resultados obtidos, criação de tutorial sobre o uso do xPC Target - 7 semanas.

Referências

- [1] MATLAB. *version 7.10.0 (R2010a)*. The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, 2010.
- [2] R. Isermann, J. Schaffnit, and S. Sinsel. Hardware-in-the-loop simulation for the design and testing of engine-control systems. *Control Engineering Practice*, 7(5):643–653, 1999.
- [3] J. Bélanger, P. Venne, and JN Paquin. The what, where and why of real-time simulation. Disponível em: "<http://www.opal-rt.com/technical-document/what-where-and-why-real-time-simulation>". Online; Acessado em 23-Janeiro-2013.
- [4] Q. Li, Z.M. Sun, and H. Ren. Study on real-time simulation on hardware-in-the-loop platform for single-side wheel steering by wire with dspace and simulink. *Applied Mechanics and Materials*, 229:1935–1938, 2012.
- [5] Mosaico. Guia do usuario, placa de desenvolvimento mclab2. Disponível em: "<http://www.mosaico.com.br/index.asp?canal=5&pg=showProduto&path=produtos&id=35>". Online; Acessado em 23-Janeiro-2013.

- [6] V.A. Oliveira, E.F. Costa, and J.B. Vargas. Digital implementation of a magnetic suspension control system for laboratory experiments. *Education, IEEE Transactions on*, 42(4):315–322, 1999.