**UFRJ / Escola Politécnica / DEL – Primeiro Semestre de 2007**
**EEL-760 – Controle Linear II**
Lista de Exercícios #6 – 20 de Abril de 2007

1. Obtenha as matrizes **F**, **G** e **H** para um modelo linearizado do pêndulo invertido:

   $$J\ddot{\theta} = u + mlg\sin\theta$$

   onde $\theta$ é o ângulo entre o pêndulo e a sua posição vertical, e $u$ é um sinal de entrada aplicado à base do pêndulo. Faça a linearização em torno do ponto de equilíbrio para o qual $u = u_0 = 0$. As constantes $m$, $l$, $g$ e $J$ são dados do problema. Assuma que a saída de interesse é $\dot{\theta}$.

   Dica: uma escolha possível para os estados é $x_1 = \theta$ e $x_2 = \dot{\theta}$. Escreva primeiro as equações não-lineares $\dot{x}_1 = f_1(x_1, x_2, u)$ e $\dot{x}_2 = f_2(x_1, x_2, u)$.

2. Considere um sistema de controle integral para a planta $G(s) = 1/(s+2)$:

   a) Calcule os ganhos de realimentação ($K_i$ e $K_0$) de forma que os pólos em malha fechada fiquem em $s = -3 \pm 3j$.
   b) Desenhe o diagrama de blocos do sistema completo (não use estimador de estados: realimente o estado diretamente), incluindo uma perturbação $w(t)$ na entrada da planta.
   c) Calcule as funções de transferência $Y(s)/R(s)$ e $Y(s)/W(s)$.

3. Dê um exemplo de matrizes **F**, **G** e **H** (para um vetor **x** com duas componentes), tais que o sistema por elas representado não seja controlável, porém observável. Calcule a representação de estados deste sistema na forma canônica observável. Calcule a função de transferência $G(s)$ do sistema e explique a sua não-controlabilidade.

4. Estude os gabaritos das listas de exercícios # 1 até # 5.