

Departamento de Electrónica Industrial da EEUM

Disciplina: **CONTROLO AUTOMÁTICO II** 2º Semestre
Cursos em que é ministrada: **ENG. ELECTRÓNICA INDUSTRIAL E COMPUTADORES 5905N3**

Aula TP – Controlo proporcional (sistemas 1ª ordem)– **Controlo da Velocidade de um Veículo**

A Associação Académica de Universidade do Minho está a estudar a possibilidade de comprar um novo autocarro para as travessias Guimarães-Braga. Uma empresa propôs o autocarro apresentado na figura seguinte:



Este autocarro vazio tem um peso de 2500 Kg . Quando está cheio de passageiros estima-se que o peso é de 6500 Kg . A inércia das suas rodas é desprezável e este na estrada Guimarães-Braga estará sujeito a atrito cujo coeficiente de amortecimento é de 100 Ns/m . O motor deste veículo pode exercer uma força com intensidade até 2000 N .

As especificações desejadas para o desempenho deste autocarro são as seguintes:

- I. Pretende-se que este veículo tenha uma velocidade de cruzeiro de 36 Km/h .
- II. O erro máximo tolerável em regime estacionário para a velocidade é de 2% .
- III. O veículo deve ser capaz de acelerar desde o estado de repouso até à velocidade de cruzeiro (a menos de 2%) em menos de 2 minutos.

1. Investigue se o autocarro obedece às especificações desejadas, para isso responda às seguintes questões:

- 1.1 Usando as leis de Newton para o movimento obtenha as equações que modelizam o sistema no domínio do tempo.
- 1.2 Obtenha a função de transferência que relaciona a velocidade do autocarro com a força exercida pelo motor. Que deve assumir em relação às condições iniciais ?
- 1.3 Encontre a expressão $v(t)$ que dá a evolução temporal da velocidade em função da força exercida pelo motor e do peso do mesmo.
- 1.4 Para que a velocidade de cruzeiro seja de 36 Km/h qual deve ser a força com que o motor deve propulssionar o autocarro ? Esta força está dentro das possibilidades do motor ?
- 1.5 Para o valor da força encontrado na alínea anterior calcule o tempo que o veículo vazio demora a acelerar desde o repouso até à velocidade de cruzeiro (a menos de 2%).
- 1.6 Quando o autocarro está cheio de passageiros qual ou quais as consequência no desempenho deste em relação à situação em que está vazio ?

2. Resolva o problema do controlo da velocidade de cruzeiro do autocarro:

- 2.1 Supondo que se pretende manter constante a velocidade de cruzeiro, qual deve ser a estratégia de controlo a aplicar? Desenhe o diagrama de blocos e identifique os vários componentes. identifique as variáveis: controlada, de manipulação, de perturbação, de referência e de erro.
- 2.2 Supondo que o controlador implementa a lei de Controlo Proporcional sintonize o ganho do controlador por forma a que todas as especificações sejam satisfeitas na pior das condições (isto é, quando o autocarro está cheio). Para isso responda às seguintes questões:
 - 2.2.1 Obtenha a Função de transferência do sistema de controlo em malha fechada, i.e. encontre $L\{v(t)\}/L\{v_{ref}(t)\}$, onde $v(t)$ é a velocidade do veículo e $v_{ref}(t)$ é a velocidade de referência (nota: L indica transformada de Laplace).

- 2.2.2 Quais os valores do ganho (K_p) do controlador proporcional que permitem satisfazer a especificação II ?
- 2.2.3 Quais os valores do ganho (K_p) do controlador proporcional que permitem satisfazer a especificação III ?
- 2.2.4 Que valor escolheria para o ganho do Controlador Proporcional ?