UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES

LABORATÓRIO SISTEMAS DE CONTROLE

COMPORTAMENTO DE SISTEMAS DE 2ª ORDEM

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES

LABORATÓRIO SISTEMAS DE CONTROLE

COMPORTAMENTO DE SISTEMAS DE 2ª ORDEM

|  |
| --- |
| Relatório referente as simulações realizadas no Laboratório de Sistemas de Controle, solicitado pelo professor Valdir Sampaio no período de 2011/2. |

Gerdeane Lopes da Silva 20902514  
Ketly Bianca Frota Monteiro 20901789

Leonardo Sequeira Santana 20901665

Marcionilio Brito Batista Filho 20903737

MANAUS

2011

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

* **QUESTÃO 1**

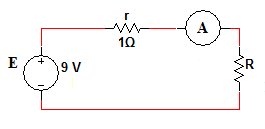


Figura 1 – Circuito

**a)** Partindo da descrição matemática do galvanômetro, dado pela equação diferencial

Para encontrarmos o valor de estabilidade do ângulo, que chamaremos de , analisaremos a equação (1) em regime permanente, ou seja, as derivadas iguais a zero. Sendo assim,

Aplicando os valores do problema, encontramos

Fazendo a simulação deste sistema no Simulink, também obtemos, na Figura 2, um gráfico que confirma este valor de .

**b)** Para estudar o comportamento do sistema, precisamos analisar as raízes da equação característica:

Substituindo os valores dados na questão, temos

Encontrando as raízes utilizando a função *roots()* do MATLAB, temos:

Como as raízes são complexas, o sistema tem comportamento subamortecido.

Fazendo a análise pelo gráfico da resposta na Figura 2, comprovamos que o sistema tem comportamento subamortecido, ou seja, no regime transitório o valor de varia em torno do valor de regime permanente até estabilizar.

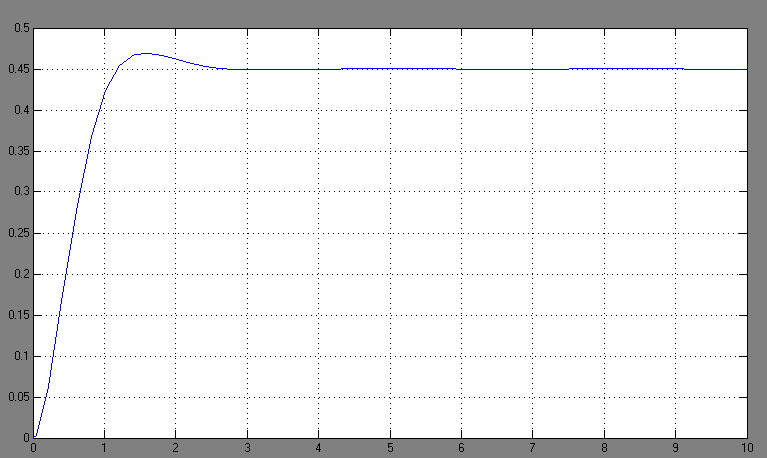


Figura 2 – Comportamento do ângulo em regime permanente.

**c)** Na equação característica (2), o termo se encontra junto com B (coeficiente de atrito viscoso), o que significa que ele também se comporta como um atrito. Pela presença do termo , ele representa uma oposição magnética ao deslocamento do ponteiro, ou seja, um freio magnético.

* **QUESTÃO 2**

**a)** Para encontrarmos o valor de , precisamos encontrar um valor de tal que o valor da equação característica seja . De (2) podemos deduzir

Fazendo e substituindo os valores de , e , temos

Como, neste caso, o coeficiente de atrito , teremos

Para os valores dados no problema, temos .

**b)**

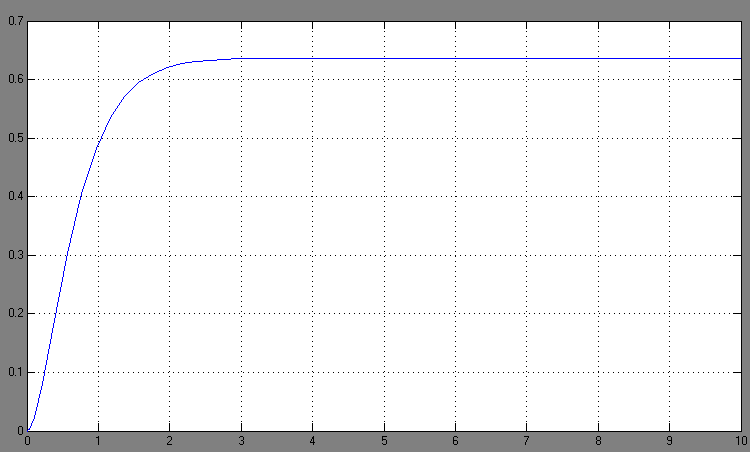


Figura 3 – Comportamento do ângulo para – amortecimento crítico.

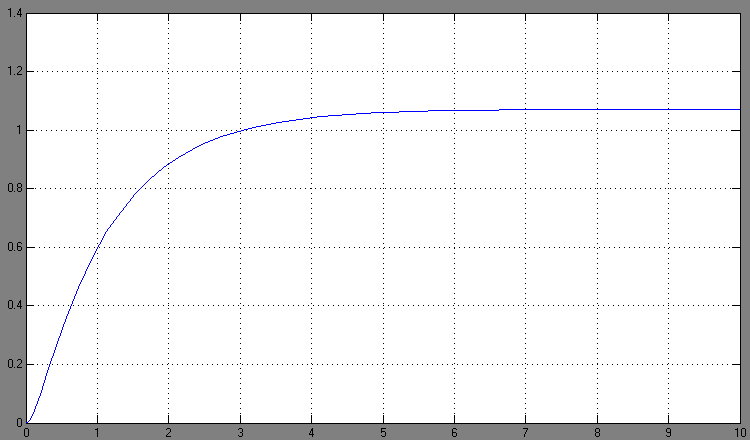


Figura 4 – Comportamento do ângulo para – superamortecido.

Semelhante à alínea anterior, para que o sistema seja superamortecido, é necessário que

Para os valores dados no problema, teremos então

Como , e , teremos

Assim, quanto menor for o valor de , mais amortecido será a resposta do sistema. Analogamente, quanto mais próximo de , o sistema terá características de amortecimento crítico. Da mesma forma, quanto maior for o valor de , mais a resposta do sistema oscilará antes de atingir o regime permanente – subamortecimento.

**c)** Podemos perceber que

Ou seja, se relaciona proporcionalmente com a intensidade do fluxo e inversamente com a intensidade do momento de inércia e da constante de elasticidade .

* **QUESTÃO 3**

**b)** Abrindo o circuito da Figura 1 em para analisar o período próprio do galvanômetro, ou seja, fazendo , temos, da equação (1):

E obtemos como equação característica:

Para os valores dados no problema, obtemos as seguintes raízes

E temos a equação para , da sua solução homogênea, igual a:

Da qual obtemos .

Sabendo que existe uma relação entre e o período , em que e que

Obtemos .

* **QUESTÃO 4**

**a)** O carrinho foi arremessado por uma força impulsional e deixado seguir livremente. Foi montada, no Simulink, a planta mostrada na Figura 5.

Então, foram obtidas as curvas de posição em função do tempo, mostrada na Figura 6, e de velocidade em função do tempo, na Figura 7.

O comportamento do carrinho, no geral, foi subir a rampa até perder sua energia potencial por causa da gravidade e então descer a rampa, ganhar velocidade e energia potencial até chegar ao ponto onde há atrito (), onde dissipa sua velocidade até parar.

Para a força aplicada, a posição máxima alcançada foi em torno de . Pela relação de Pitágoras, podemos encontrar a altura máxima do carrinho, que foi de .

O carrinho para em aproximadamente , na posição , ou seja, atrás da sua posição de origem.



Figura 5 – Planta montada no Simulink

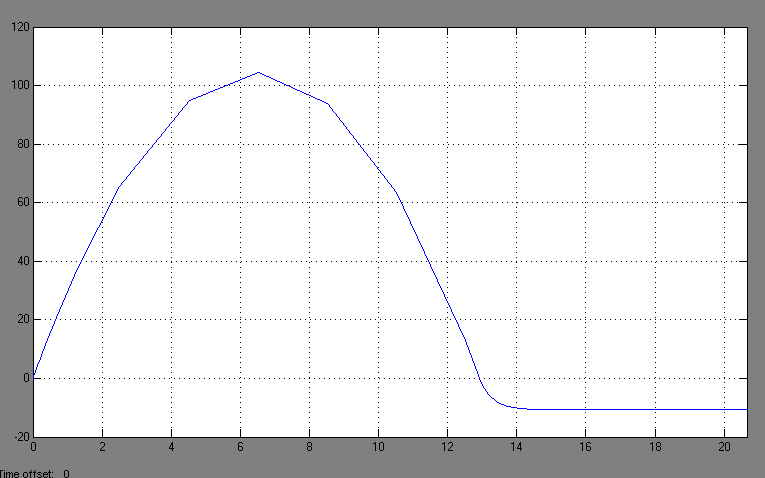


Figura 6 – Curva de posição X tempo

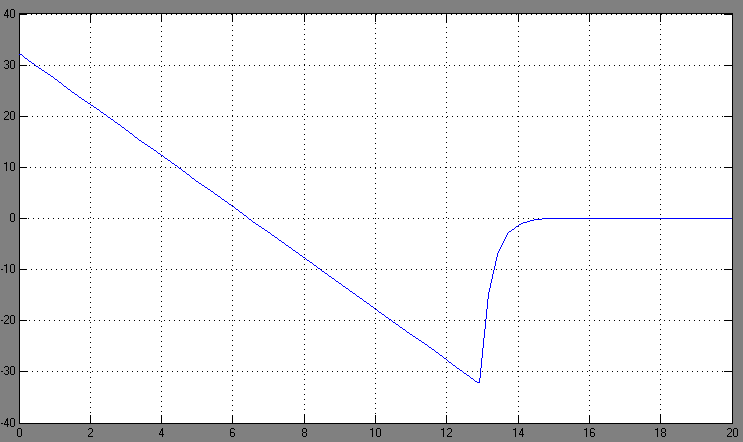


Figura 7 – Curva de posição X tempo

**b)** O carrinho foi puxado em direção à rampa por uma força . Seu comportamento em função da distância é mostrado na Figura 8, e em função da velocidade na Figura 9.

Pelo fato da força aplicada ser constante, o carrinho continua subindo na rampa em uma velocidade constante, e só haveria de parar se a força aplicada cessasse.

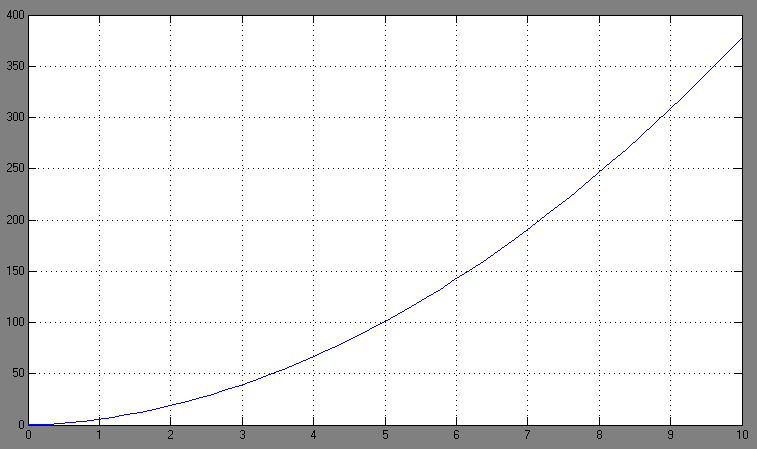


Figura 8 – Comportamento do carrinho - distância

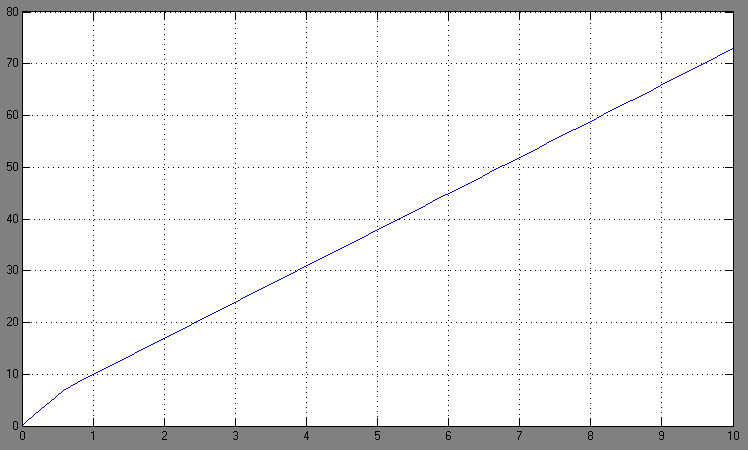


Figura 9 – Comportamento do carrinho - velocidade

**c)** Quando a força no carrinho é de, o comportamento é conforme ilustrado nas Figuras 10 e 11. O que acontece com o carrinho com esta força reduzida é um instante para conseguir quebrar a inércia e em seguida o carrinho sobe a rampa indefinidamente.

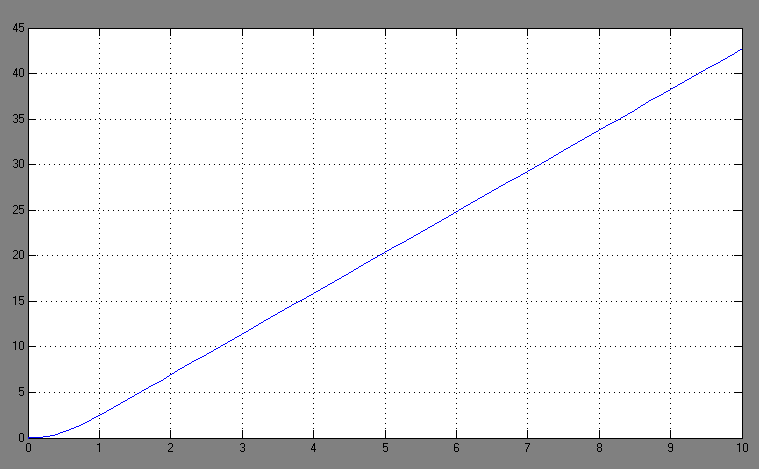


Figura 10 – Comportamento do carrinho em função do espaço para

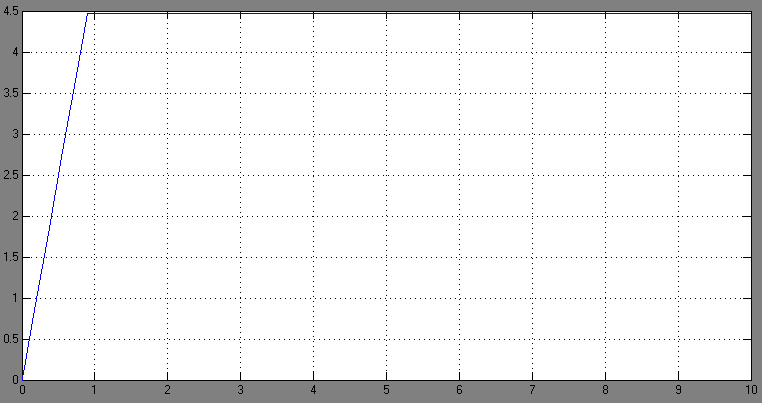


Figura 11 – Comportamento do carrinho em função da velocidade para

E quando a força aplicada é de , o seu comportamento é ilustrado nas Figuras 12 e 13. Esta força, ainda mais reduzida, não consegue vencer a força peso do carrinho quando começa a subir a rampa. Desta forma, o carrinho se desloca até , subindo em de deslocamento no eixo e numa altura de . Neste instante, aproximadamente , a força peso é maior que a força aplicada no carrinho, e por isso ele desliza pela rampa por causa da sua energia potencial contrária e ganha velocidade até chegar em , onde se repete o ciclo.

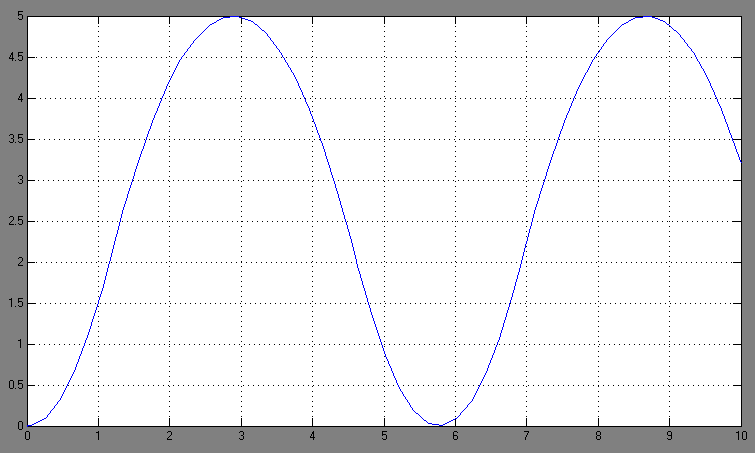


Figura 12 – Comportamento do carrinho em função do espaço

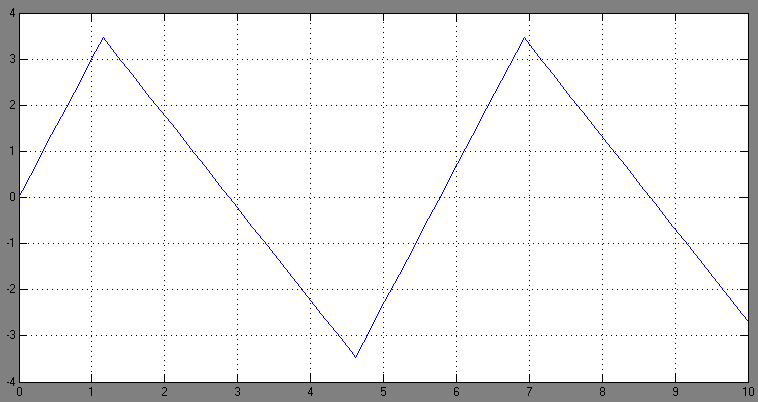


Figura 13 – Comportamento do carrinho em função da velocidade para