

2172331

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

PROJETO MECÂNICO

SIMULAÇÃO DE UMA SUSPENSÃO
PNEUMÁTICA PARA APERFEIÇOAMENTO
DE SUAS CARACTERÍSTICAS

AUTOR: PAULO SERGIO CAPRIGLIONE

ORIENTADOR: OTÁVIO DE MATTOS SILVARES

1984

AGRADECIMENTOS:

Ao Professor OTÁVIO DE MATTOS SILVARES

Pela orientação no trabalho

À minha noiva e futura esposa NANCY GENISTRETTI

Pela compreensão e auxílio

À PROMEC - PROJETOS MECÂNICOS S/C

Pela cessão da bibliografia

S U M Á R I O

Este trabalho objetiva o estudo de uma suspensão pneumática, com o intuito de desenvolver dispositivos para auxiliar em futuros projetos.

Inicialmente faz-se uma descrição geral das características principais de uma suspensão. Em seguida descreve-se com mais detalhes as vantagens, desvantagens e principais componentes de uma suspensão pneumática, comparando suas características operacionais com outros tipos de suspensão existentes atualmente.

Foi elaborado um modelo matemático da suspensão pneumática dividido em duas partes: analítico e numérico; onde o primeiro tem a função de auxiliar a escolha dos valores iniciais para a simulação feita com o segundo.

O modelo numérico considera apenas um quarto da suspensão, mas tem possibilidade de ser ampliado. Como aplicação, simula-se um veículo de passeio com capacidade para 4 ou 5 passageiros, através de um programa compilado em FORTRAN-IV, utilizando mola pneumática com auto-amortecimento e sem controle da altura do veículo.

A partir dessa simulação são analisados os resultados e a influência dos parâmetros mais importantes no desempenho da suspensão pneumática.

Í N D I C E

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - A SUSPENSÃO PNEUMÁTICA	5
3 - A MODELAGEM MATEMÁTICA DA SUSPENSÃO PNEUMÁTICA	12
a) Introdução	12
b) Nomenclatura	12
c) Modelo analítico	15
d) Modelo para simulação numérica	24
i) a mola pneumática	25
ii) o sistema auxiliar	27
e) Programa para computador digital	30
i) Descrição do Programa	31
4 - SIMULAÇÃO DA SUSPENSÃO PNEUMÁTICA	33
a) Exemplo para simulação	33
b) Resumo das simulações	37
5 - CONCLUSÕES	39
6 - BIBLIOGRAFIA	40
ANEXO 1 - ILUSTRAÇÕES E TABELAS	
ANEXO 2 - LISTAGENS DOS PROGRAMAS	
ANEXO 3 - PROGRAMA (LISTAGENS E RESULTADOS) UTILIZANDO MINI-CALCU LADORA	
ANEXO 4 - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES	

1 - INTRODUÇÃO

A suspensão de qualquer veículo, do ponto de vista dinâmico, deve possuir duas funções fundamentais:

- Fornecer o elemento de concordância, na direção vertical, entre a massa suspensa e a massa não-suspensa. Tal concordância, além de aumentar a capacidade dos pneus em permanecer sempre em contato com a superfície do pavimento, melhora a qualidade de rolagem da massa suspensa, (veículo).

- Fornecer um mecanismo (em conjunto com o sistema de direção), por meio do qual possa ser mantida uma orientação apropriada das rodas, relativa ao veículo e à superfície do pavimento; também, transmitir e distribuir, apropriadamente, forças e momentos entre as massas suspensa e não-suspensa.

A realização prática da primeira função leva a complicações e compromissos na realização da segunda. Os movimentos verticais, nas suspensões, causam pequenos movimentos de translação e rotação em outras direções. A aplicação de forças nos pneus, através do contato com o solo causam pequenas deflexões nas suspensões, introduzindo movimentos similares. Intimamente envolvido com o sistema da suspensão, nesses pontos citados, está o sistema de direção.

É desejável que uma suspensão, de maneira geral, possua as seguintes características:

- . Baixo custo inicial,
- . deflexão máxima compatível com os requisitos de estabilidade e de distância ao solo,

- . compatibilidade com os outros componentes do veículo em termos de funcionamento global,
- . mínimo peso,
- . baixo custo de manutenção e operação,
- . minimizar o desgaste do pneu,
- . possuir frequência natural, relativamente constante, tanto carregado, quanto descarregado.

Para o estudo das características dinâmicas de um veículo, e por conseguinte determinar o comportamento da suspensão, pode-se considerá-lo como um sistema mecânico do tipo "massa, mola e amortecedor" convenientemente dispostos conforme a figura 1. Nesse sistema a massa representa o veículo, e a associação da mola e do amortecedor, o pneu e a suspensão.

Por se tratar de um sistema oscilante, quando solicitado na sua frequência natural ou próximo dela tende a entrar em ressonância. Para evitar esse efeito destrutivo e indesejável é utilizado o amortecimento, cujo objetivo é dissipar a energia armazenada na mola.

O principal parâmetro considerado no projeto de uma suspensão é a frequência de oscilação do veículo, intimamente relacionada com o conforto dos seus ocupantes. O ser humano adulto, tem seu organismo naturalmente acostumado a frequências em torno de 1 ciclo por segundo (por se tratar da frequência de seu andar normal).

Das características da suspensão, citadas anteriormente, dois aspectos importantes devem ser ressaltados:

Primeiro, uma suspensão mais rígida tende a diminuir as inclinações do veículo em curvas e em frenagens, permitindo também maior contato dos pneus com o solo, apesar de aumentar o desconforto dos seus ocupantes. Uma suspensão confortável deve possuir frequência natural que varia desde 1 Hz até 1,33 Hz, embora utilize-se, ainda, como limite superior a frequên

cia de 1,6 Hz e limite inferior 0,9 Hz.

Outro aspecto importante, na prática, é a manutenção da frequência de operação ideal. Isto se deve ao fato da proporcionalidade existente entre a frequência e a deflexão estática da mola. Quanto maior for esta deflexão, tanto maior será o período de oscilação.

Desta forma, o elemento elástico da suspensão (mola) deve ter sobre si as maiores atenções dos projetistas, já que influi diretamente na deflexão estática, e conseqüentemente, na frequência de operação.

Existem alguns tipos de molas e vários tipos de mecanismos, que combinados possibilitam uma grande quantidade de arranjos para suspensões, visando na sua maioria, evitar que a frequência de operação varie muito, ou seja, evitar que a rigidez da mola não se altere com a deflexão. Alguns desses arranjos serão citados a seguir.

Nas suspensões construídas com molas em lâminas, atualmente utilizadas somente em veículos pesados, são utilizados alguns mecanismos - que tornam possível obter-se rigidez crescente com o aumento da carga. Alguns tipos podem ser vistos na figura 2.

Quando se utilizam molas helicoidais no projeto de suspensões de veículos leves, um recurso para a variação da rigidez é o uso de arame com diâmetro variável, chamada mola progressiva. Ainda, para possibilitar a variação da frequência de operação, ou seja, variar a deflexão estática, são usados suportes reguláveis de fixação das molas ao chassi. Esse tipo de construção pode ser visto na figura 3.

A suspensão hidro-pneumática, geralmente utilizada em veículos leves, possui rigidez variável com a carga, modificando pouco a frequência de operação. O elemento amortecedor é apenas uma válvula na linha hidráulica. Por outro lado, não permite a variação da frequência do veículo

e possui alto custo inicial. (ver figura 4)

Um tipo de mola muito utilizada atualmente, tanto em veículos leves, quanto em veículos pesados é a pneumática, que pela sua própria natureza possui rigidez variável e permite a variação da frequência do veículo. Essa mola será descrita em detalhes posteriormente, já que é o objetivo desse trabalho.

Finalmente podem ser citadas as suspensões mistas, definidas como aquelas que possuem mais de um tipo de mola. Os seguintes tipos são os mais comuns:

- feixe de lâminas combinadas com uma mola helicoidal (figura 5) geralmente montadas de maneira que possibilitem a modificação da rigidez do feixe de lâminas;

- feixe de lâminas combinadas com uma mola pneumática (figuras 6 e 7);

- feixe de molas combinadas com elementos de borracha (figura 8), que permitem melhorar com facilidade uma suspensão existente, retirando - se uma ou várias lâminas atuantes;

- mola helicoidal de flexibilidade variável associada com uma barra de torção (figura 9);

- mola helicoidal associada com mola pneumática (figura 10).

As suspensões mistas, geralmente são utilizadas em veículos pesados, que operam frequentemente com grandes variações de cargas.

Com exceção das molas combinadas, um resumo dos vários tipos de molas utilizadas atualmente em suspensões, agrupadas em rigidez constante e variável, pode ser visto na tabela 1.

2 - A SUSPENSÃO PNEUMÁTICA

De modo geral, o sistema pneumático compõe-se de: (vide figura 11)

- Elementos elásticos ou foles (1) fixados a um vaso de expansão de depósito auxiliar (2) mediante uma tubulação de grande diâmetro e pouco comprimento no caso de não existir auto-amortecimento; caso contrário, a tubulação deverá ter diâmetro capilar e comprimento relativamente grande;

- válvulas de nivelção ou compensadoras de nível destinadas a manter o nível constante, regulando a quantidade de ar nos foles e nos depósitos auxiliares, mediante as válvulas de admissão (4) e de escape (5) acionadas por um balancim (3). Atualmente são utilizadas válvulas de carretel, de 3 vias e 3 posições, onde o balancim é substituído por um mecanismo acoplado ao carretel.

- um ou mais acumuladores de ar (6) alimentados pelo compressor;

- tubulação de pequeno diâmetro "a" e "b".

Algumas considerações iniciais podem ser feitas em relação à suspensão pneumática.

As exigências combinadas de grande deflexão estática e grande capacidade para suportar cargas, requerem o armazenamento de grande quantidade de energia potencial na mola. O material utilizado na construção de molas metálicas, geralmente tem capacidade limitada para armazenar energia - por unidade de volume de material. Portanto, molas para suportar grandes cargas e fornecer grandes deflexões estáticas tendem a se tornar excessivamente pesadas.

Uma mola possuindo gás, como elemento resiliente, não necessita de grandes deflexões estáticas; isto ocorre, pois o gás pode ser comprimido até à pressão necessária para equilibrar a carga, enquanto mantém baixa a rigidez para isolar as vibrações. A capacidade de armazenamento de energia, por unidade de volume do ar, supera em muito a dos outros materiais utilizados na construção das molas, como o aço e a borracha. Há uma ligeira diminuição na relação entre as capacidades de armazenamento de energia do ar e dos outros materiais, porque para armazená-lo é necessário, às vezes um recipiente de grandes dimensões; contudo, se as cargas e a deflexão forem grandes, haverá uma redução considerável no peso da suspensão ao escolherem-se molas pneumáticas.

Em suspensões de automóveis, onde a mola deve operar numa faixa relativamente grande de cargas, a exigência de baixa frequência natural apresenta problemas de projeto, que não podem ser solucionados pelo uso de molas mecânicas ou pneumáticas, separadamente. Por causa da baixa rigidez da mola, uma pequena mudança na massa suspensa, resulta numa grande mudança da deflexão estática da mola. Em muitos casos isto não é aceitável. Portanto, deve-se utilizar soluções, como servo-mecanismos, que evitem as grandes deflexões.

A suspensão pneumática permite, principalmente:

- Conservar constante a distância entre a parte suspensa e cada um dos eixos ou cada uma das rodas, qualquer que seja a carga;
- fazer com que os amortecedores, se utilizados, trabalhem em torno de uma posição predeterminada;
- atenuar as reações devidas às vibrações de alta frequência e pequena amplitude;
- a regulação correta dos faróis, já que esta não é afetada

pelas variações de carga;

- permitir que os componentes do comando da direção e dos freios, além das juntas da transmissão trabalhem em posições fixas, independente da carga;

- reduzir a amplitude de cabeceio e de balanço do veículo, pois permite uma pequena correção dinâmica;

- atenuar os ruídos dos pneus e dos freios, por não possuir nenhuma ligação mecânica direta entre as rodas e a parte suspensa do veículo.

Além disso, uma característica muito importante da mola pneumática é o aumento da rigidez, à medida que aumenta a compressão, como pode ser visto na figura 12. Para pequenas deflexões, ou seja, baixas frequências de excitação, seu comportamento é quase linear e portanto, opera como uma mola comum (nesse caso a suspensão é "macia"). Por outro lado, nas grandes deflexões (alta frequência de excitação) torna-se mais rígida, permitindo que o pneu acompanhe o perfil do solo.

A manutenção de uma suspensão pneumática é de baixo custo e possui, como já foi dito, menor peso que uma suspensão com molas metálicas, especialmente quando existe no veículo uma fonte de ar comprimido para outros fins.

Uma desvantagem da suspensão pneumática está no deterioramen-
to dos foles ou da fonte de ar comprimido, que deixa a suspensão sem efei-
to, sendo esta uma razão pela qual certos construtores combinam a mola
pneumática com outros tipos de mola. Ainda, a suspensão pneumática, por
necessitar de estabilidade longitudinal e transversal obriga a utilização
de barras, que dessa maneira aumentam o peso da suspensão.

A suspensão de um veículo pode possuir 2 ou 4 atuadores por

eixo (vide figura 13a). Normalmente, são utilizados quatro pontos por eixo, ou quando a repartição das massas suspensas não é simétrica em relação ao plano longitudinal médio do veículo, ou quando a suspensão é independente nas quatro rodas.

Certos construtores realizam uma espécie de acoplamento pneumático entre as suspensões dianteira e traseira; esse acoplamento é feito prevendo-se que os compensadores de nível traseiro entrem em funcionamento ao ser acionado o compensador de nível dianteiro e vice-versa.

É importante ressaltar que, com exceção de alguns tipos de atuadores, a maior parte não possui rigidez horizontal e, portanto, a posição correta deve ser assegurada por barras longitudinais e transversais.

Como foi visto, para evitar grandes deflexões das molas, deve-se utilizar mecanismos de realimentação. Nas montagens atuais, esses mecanismos de nivelção podem estar dispostos das seguintes maneiras:

- Utilizando-se dois compensadores de nível, um dianteiro e outro traseiro, fig. 13 b.
- Utilizando-se três compensadores de nível: um dianteiro e dois traseiros ou um traseiro e dois dianteiros, fig. 13 c.
- Utilizando-se quatro compensadores de nível: dois dianteiros e dois traseiros, fig. 13 d.

O circuito pneumático utilizado para manter constante a altura do veículo tem na válvula de nivelção seu componente mais importante; esta é o cérebro da suspensão pneumática.

O projeto do circuito de controle variará de acordo com a disposição dos eixos utilizada (simples, em tandem ou vários eixos) e também com a distribuição da carga. No arranjo físico dos componentes do

circuito, deve-se levar em conta alguns fatores, especialmente na localização das válvulas de nivelção e de isolação e do comportamento do veí-culo como um todo, em relação à rolagem e à estabilidade.

A válvula de nivelção é uma válvula de controle direcional de 3 vias - 3 posições, acionada mecanicamente, empregada para fornecer ou permitir o escape do ar comprimido dos atuadores. A entrada da válvula é conectada ao circuito primário de ar comprimido e interage com os atuadores através de uma das saídas, sendo a outra conectada com a atmosfera - ou retorno ao reservatório, dependendo ou não da utilização de auto - a mortecimento. (ver figura 14 a)

Acoplado à válvula existe um elemento mecânico que proporciona a realimentação do circuito. Este elemento é composto de um mecanismo que inter-relaciona a altura entre a massa suspensa e a massa não suspensa do veículo.

O ar comprimido que retorna dos atuadores, ou é enviado para o reservatório, ou é jogado diretamente para a atmosfera, de acordo com a natureza do sinal transmitido para a válvula.

Hã dois tipos de construção de válvula de nivelção:

a) Válvula de nivelção de ação retardada (ou com amortecimento), cujo esquema pode ser visto na figura 14 b;

ou b) válvula de nivelção sem ação retardada. Alguns tipos construtivos podem ser vistos na figura 15.

O primeiro tipo possui um aperfeiçoamento em relação ao segundo; um pistão hidráulico amortecedor montado numa câmara entre o mecanismo de nivelção e o corpo da válvula (comum aos dois tipos). De acordo com o tipo de solicitação do piso a válvula poderá operar ou não.

Em operação normal, na sequência da transmissão de um sinal mecânico, um intervalo de tempo antecederã a seleção da posição do carretel da válvula.

Na prática, esse intervalo está em torno de 5 segundos, que excede em muito o período de oscilação da suspensão. Dessa maneira, durante uma viagem sobre piso pavimentado sem ondulações bruscas, as oscilações não causarão o acionamento do mecanismo selecionador da válvula, provocando uma economia considerável na energia utilizada para comprimir o ar.

O corpo da válvula de nivelção é preso ao chassi do veículo e o mecanismo de nivelção é conectado ao eixo; dessa forma, a válvula de nivelção opera através da transmissão dos movimentos verticais do veículo pelo mecanismo de nivelção. Os movimentos "para cima" causam exaustão, enquanto que os movimentos "para baixo", a entrada de ar.

Em alguns arranjos particulares de suspensões é utilizada uma válvula de isolação. Ela é empregada, especificamente em associação a circuitos onde há apenas uma válvula de nivelção, isto é, onde o ar é enviado para todos atuadores através de uma única e centralizada válvula de nivelção. A válvula de isolação é geralmente (mas nem sempre) usada em sistemas de suspensões dianteiras.

A válvula de isolação está disposta, no circuito pneumático, entre a válvula de nivelção e os atuadores, permitindo o escoamento rápido do ar para e dos atuadores, quando o veículo ficar sujeito a oscilações bruscas do piso. Nos movimentos de balanço do veículo, por exemplo em curvas, a função da válvula de isolação é modificada, assumindo o papel de restringir o fluxo de ar, balanceando-o nas duas linhas de serviço conectadas aos atuadores no lado esquerdo e direito do veículo.

O balanceamento do fluxo de ar é conseguido pela formação de uma restrição no carretel, que controla a variação do fluxo gerada pela pressão diferencial entre os atuadores internos e externos à curva.

Com relação ao amortecimento de uma suspensão pneumática, geralmente, nos veículos comerciais é necessária a inclusão de amortecedores

independentes, normalmente um por roda, ou conjunto de rodas; embora, molas pneumáticas auto-amortecidas sejam utilizadas em alguns sistemas a-tuais como veículos de passeio e vagões ferroviários. O auto-amortecimen-to é feito através de um feixe de tubos com diâmetro capilar localizado entre o atuador e o reservatório auxiliar. O atuador utilizado é, normalmente do tipo diafragma. Um inconveniente desse sistema está no grande espaço necessário, e nem sempre disponível, para colocação dos reservatorios auxiliares. Os reservatórios são grandes devido às altas relações - entre os volumes do atuador e do reservatório auxiliar, necessárias para se conseguir o amortecimento desejado.

O que, geralmente, ocorre é um sistema misto onde uma parte do amortecimento é fornecido pelo atuador e a outra pelo amortecedor.

Com isso, diminui-se o tamanho do amortecedor, que sem dúvida, além de mais econômico é também de mais fácil manutenção.

Alternativamente as vantagens de um "amortecedor ativo" tem sido investigadas e podem ser utilizados em suspensões pneumáticas sujeitas a restrições de ordem econômica.

Nessa construção, amortecedores telescópicos hidráulicos convencionais são ligeiramente modificados de maneira a aceitar uma pressão de realimentação proveniente das molas pneumáticas, modificando o valor da pressão interna e, portanto, das características de amortecimento a todo instante e na mesma proporção da variação da pressão na mola pneumática.

3 - MODELAGEM MATEMÁTICA DA SUSPENSÃO PNEUMÁTICA

a) Introdução

Inicialmente será feito um modelo matemático analítico, com o intuito de obter-se expressões que auxiliem na escolha inicial dos valores dos parâmetros mais importantes de uma mola pneumática. De posse desses valores e com o auxílio de um algoritmo para computadores digitais poder-se-á, com menor número de simulações, obter as características ideais de uma determinada suspensão pneumática.

b) Nomenclatura

a = largura do tubo capilar [m]

$A_F = \left. \frac{\partial F}{\partial p} \right|_{h=h_0}$ = Área efetiva da mola pneumática com relação à carga [m²]

$A_V = \left. \frac{\partial V}{\partial h} \right|_{h=h_0}$ = Área efetiva da mola pneumática com relação ao volume [m²]

b = altura do tubo capilar [m]

c/c_c = razão de amortecimento

C_f, C_f' = constantes para cada tipo de escoamento

c_p = calor específico à pressão constante [J/kg K]

C_R = inverso da resistência fluida para escoamento laminar
[m⁵/N.s]

d = diâmetro do tubo capilar [m]

$\frac{dE}{dt}$ = potência exercida sobre o gás

$\frac{dH}{dt}$ = taxa de variação da entalpia total do gás

$\frac{dU}{dt}$ = taxa de variação da energia interna do gás

$\frac{dV}{dt}$ = taxa de variação média do volume da mola pneumática [m³/s]

$\frac{dM}{dt}$ = vazão em massa para dentro da mola pneumática (positiva)
[kg/s]

F = carga vertical devida à massa suspensa [N]

g = aceleração da gravidade [m/s²]

h = altura da mola pneumática [m]

k₀ = rigidez da mola pneumática para baixas frequências [N/m]

k_∞ = rigidez da mola pneumática para altas frequências [N/m]

k_F = $-\frac{\partial F}{\partial h} \Big|_{p=p_0}$ = rigidez da mola pneumática no ponto de operação
(P₀, h₀) [N/m]

ℓ = comprimento do tubo capilar [m]

M = massa do gás no recipiente (mola pneumática e/ou reservatório auxiliar) [kg]

n = expoente politrópico

N = razão entre o volume do tanque auxiliar e da mola pneumática

Δp = incremento da pressão no interior da mola pneumática

p_i = pressão da mola pneumática no ponto de operação

Δp_t = incremento da pressão no reservatório auxiliar

P = pressão manométrica na mola pneumática [N/m²]

P_a = pressão absoluta na mola pneumática [N/m²]

P_{AT} = pressão atmosférica [N/m²]

P_{ee} = pressão manométrica na outra extremidade do tubo capilar
(atmosférica, do reservatório ou outra mola)

$\bar{P}$ = pressão média no intervalo de tempo de integração

ΔP_T = variação na pressão da mola pneumática adicionada do efeito do sistema auxiliar

ΔP_D = variação da pressão devido ao sistema auxiliar

$p_t, p_o^{t+\Delta t}$ = pressão na mola pneumática no início do intervalo de integração e no final

R = constante universal dos gases $[N.m^3/kg.k]$

S = área da seção transversal da mola pneumática $[m^2]$

T_∞ = período de oscilação da mola pneumática para altas frequências $[s]$

T_0 = período de oscilação da mola pneumática para baixas frequências $[s]$

u = posição da base da mola pneumática

$V = V_f$ = volume interno da mola pneumática $[m^3]$

$V_t = V_R$ = volume do reservatório auxiliar $[m^3]$

$\bar{V}$ = volume médio durante o passo de integração (Δt)

V_0 = volume da mola pneumática no ponto de operação $[m^3]$

x = posição da massa suspensa sobre a mola pneumática $[m]$

ω_0 = frequência de operação do sistema quando a rigidez é k_0

ω_∞ = frequência de operação do sistema quando a rigidez é k_∞

ω_n = frequência natural do sistema

W = fluxo em peso de gás por unidade de tempo (N/s)

W_t = fluxo de gás em peso que sai do reservatório auxiliar

$\Delta()$ = indica as variações em relação ao valor nominal

$()_0$ = indica as propriedades em relação ao ponto de operação

δ = variação da altura da mola pneumática

θ = temperatura do gás no sistema

μ = viscosidade absoluta do gás $[N.s/m^2]$

ν = viscosidade cinemática do gás $[m^2/s]$

c) Modelo Analítico

Para tornar a análise mais geral será modelada uma mola pneumática auto-amortecida, adotando-se como hipóteses simplificadoras a pequena variação da área que suporta a carga e pequenos deslocamentos verticais.

Essas hipóteses são válidas tanto para os atuadores metálicos, onde a variação é nula, quanto para atuadores de borracha, onde um pequeno deslocamento vertical implica numa variação de área desprezível. Pela maior generalidade do modelo, a mola pneumática auto-amortecida (figura 16) apresenta maior dificuldade de modelagem, principalmente devido ao fluxo de gás existente entre o atuador e o tanque auxiliar. A análise desse escoamento é feita considerando-se a taxa de troca de energia que ocorre em cada parte do sistema isoladamente.

Aplicando-se a 1ª. Lei da Termodinâmica num volume controle em volta do atuador e considerando-se o processo isotérmico

$$\frac{dH}{dt} = \frac{dU}{dt} + \frac{dE}{dt} = W_t \cdot C_p \cdot \theta_o \quad (1)$$

com

$$\frac{dU}{dt} = W \cdot C_v \cdot \theta_o = g \cdot C_v \cdot \frac{1}{R} \cdot \frac{d}{dt} [(p + p_i) \cdot V] \quad (2)$$

$$\frac{dE}{dt} = g \cdot (p + p_i) \cdot \frac{dV}{dt} \quad (3)$$

substituindo (2) e (3) em (1)

$$W_t = \frac{g \cdot C_v}{C_p \cdot \theta_o \cdot R} \cdot \frac{d}{dt} [(p_i + p) \cdot V] + g \cdot \frac{(p_i + p)}{C_p \cdot \theta_o} \cdot \frac{dV}{dt}$$

como $\frac{C_p}{C_v} = n$

$$W_t = \frac{g}{R \cdot \theta_0} \cdot \left(\frac{1}{n} \cdot V \frac{d}{dt} (p_i + p) + \left[\frac{1}{n} + \frac{R}{C_p} \right] (p_i + p) \frac{dV}{dt} \right)$$

como $\frac{1}{n} + \frac{R}{C_p} = 1$ então

$$W_t = \frac{g}{R \cdot \theta_0} \cdot \left(\frac{1}{n} \cdot V \cdot \frac{dp}{dt} + (p_i + p) \cdot \frac{dV}{dt} \right) \quad (4)$$

Aplicando-se agora a 1.a Lei da Termodinâmica num volume de con
trole em volta do tanque (processo isotérmico)

$$\frac{dE}{dt} = 0 \quad (\text{pois o volume do tanque é constante})$$

portanto $\frac{dH}{dt} = \frac{dU}{dt}$

ou $-g \frac{C_v}{R} \frac{d}{dt} [(p_t + p_i) \cdot V_t] = W_t \cdot C_p \theta_0$

$$-g \frac{C_v}{R} \cdot V_t \cdot \frac{d}{dt} (p_t) - g \cdot \frac{C_v}{R} \cdot (p_t + p_i) \cdot \frac{dV_t}{dt} = W_t \cdot C_p \theta_0$$

como $\frac{dV_t}{dt} = 0$, então

$$W_t = \frac{-g}{n \cdot R \cdot \theta_0} V_t \cdot \frac{dp_t}{dt} \quad (5)$$

A vazão do gás através da restrição entre o atuador e o tanque, pode ser obtida usando-se a expressão para escoamento através de tubos, onde o comprimento é muito grande comparado com o diâmetro (tubos capilares)

$$W_t = - \frac{g \cdot C_r}{2R \theta_o} [(p + p_i)^2 - (p_t + p_i)^2] \quad (6)$$

onde

$$C_r = \frac{\pi d^4}{128 \cdot \mu \ell} \quad \text{para tubos com seção circular e}$$

$$C_r = \frac{ab^3}{12 \cdot \mu \ell} \quad \text{para tubos com seção retangular (a x b)}$$

Boas aproximações podem ser obtidas linearizando-se a expressão (6) da seguinte maneira:

$$W_t = - \frac{g \cdot C_r}{2R \cdot \theta_o} [(p + p_i) \cdot (p + p_i) - (p_t + p_i) \cdot (p_t + p_i)]$$

Como $p \ll p_i$ e $p_t \ll p_i$, pois os deslocamentos são pequenos

$$(p + p_i) + (p_t + p_i) = 2 \cdot p_i$$

obtendo-se

$$W_t = - \frac{g \cdot C_r \cdot p_i}{R \cdot \theta_o} (p - p_t) \quad (7)$$

ou

$$p_t = p + \frac{W_t \cdot R \cdot \theta_o}{g \cdot C_r \cdot p_i} \quad (8)$$

O volume do atuador pode ser definido como função do deslocamento.

$$V = V_f - S \cdot \delta \quad (9)$$

Derivando-se a expressão (9) com relação ao tempo obtêm-se:

$$\frac{dV}{dt} = - S \cdot \frac{d\delta}{dt} \quad (10)$$

Substituindo-se as expressões (9) e (10) na expressão (4)

$$W_t = \frac{g}{R \cdot \theta_0} \cdot \left(\frac{1}{n} (V_f - S\delta) \frac{dp}{dt} - (p_i + p) S \frac{d\delta}{dt} \right)$$

ou

$$W_t = \frac{g \cdot V_f}{R \cdot \theta_0} \left(\frac{1}{n} \left(1 - \frac{S\delta}{V_f} \right) \frac{dp}{dt} - (p_i + p) \frac{S}{V_f} \frac{d\delta}{dt} \right) \quad (11)$$

Como $V_f \gg S \cdot \delta$ então

$$1 - \frac{S\delta}{V_f} \approx 1$$

Portanto, a equação (11) fica

$$W_t = \frac{V_f \cdot g}{R \cdot \theta_0} \cdot \left(\frac{1}{n} \frac{dp}{dt} - (p_i + p) \frac{S}{V_f} \frac{d\delta}{dt} \right) \quad (12)$$

Substituindo-se a expressão (8) em (5)

$$W_t = - \frac{g \cdot V_t}{n \cdot R \cdot \theta_0} \cdot \frac{d}{dt} \cdot \frac{(p + W_t \cdot R \cdot \theta_0)}{g \cdot C_r \cdot p_i}$$

Rearranjando-se a expressão acima e substituindo-se $\frac{d}{dt}$ pelo

operador D, a vazão será

$$W_t = \frac{- g \cdot V_t}{n \cdot R \cdot \theta_0 \left(1 + \frac{V_t}{n \cdot C_r \cdot p_i} D \right)} \cdot Dp \quad (13)$$

Fazendo-se a mesma substituição na expressão (12)

$$W_t = \frac{V_f \cdot g}{R \cdot \theta_0} \cdot \left(\frac{1}{n} Dp - (p_i + p) \frac{S}{V_f} D\delta \right) \quad (14)$$

Igualando-se as expressões (13) e (14)

$$V_f \cdot p \left[\frac{1}{n} - \frac{S \cdot \delta}{V_f} + \frac{V_t}{V_f \cdot n \left[1 + \frac{V_t \cdot D}{n \cdot C_r \cdot p_i} \right]} \right] = p_i S \delta$$

Como $S \delta \ll V_f$ então $\frac{1}{n} - \frac{S \cdot \delta}{V_f} \approx \frac{1}{n}$

portanto

$$p = \frac{p_i S \delta}{V_f \left[\frac{1}{n} + \frac{V_t}{V_f \cdot n \left[1 + \frac{V_t \cdot D}{n \cdot C_r \cdot p_i} \right]} \right]}$$

rearranjando-se a expressão acima, o incremento da pressão no atuador será

$$\Delta p = \frac{n \cdot p_i \cdot S \cdot \delta}{V_f \left[1 + \frac{V_t/V_f}{n \cdot C_r \cdot p_i} \right]} \quad (15)$$

A rigidez de maneira geral é dada por $k = \frac{\Delta F}{\delta}$

mas $\Delta F = \Delta p \cdot S$

então substituindo-se na expressão (15) obtêm-se a expressão para rigidez da mola pneumática auto-amortecida

$$k = \frac{n p_i S^2}{V_f \cdot \left[1 + \frac{V_t/V_f}{1 + (V_t / n \cdot C_r \cdot p_i) D} \right]} \quad (16)$$

Como pode ser notado na expressão (16), obtêm-se a rigidez da mola pneumática sem amortecimento fazendo-se o volume do tanque igual a zero.

$$k' = \frac{n \cdot p_1 \cdot S^2}{V_f} \quad (17)$$

Escrevendo-se a equação do movimento da massa m da figura 17 e usando-se a expressão da rigidez (16)

$$m \cdot D^2 x = \frac{n \cdot p_1 \cdot S^2 \cdot (u - x)}{V_f \left[1 + \frac{V_t/V_f}{1 + (V_t/n \cdot C_r \cdot p_1) D} \right]} \quad (18)$$

Fazendo-se as substituições abaixo

$$k = \frac{n \cdot p_1 \cdot S^2}{V_t}$$

$$\omega_n^2 = \frac{k}{m}$$

$$V_t/V_f = N$$

$$c = \frac{S^2}{C_r}$$

então

$$\frac{V_t}{n \cdot C_r \cdot p_1} = \frac{2}{\omega_n^2} \cdot \frac{c}{c_c}$$

A expressão (18) se torna

$$x = \frac{N \cdot \omega_n^2 (u - x)}{D^2 + \frac{N \cdot D^2}{1 + (2 \cdot c / \omega_n \cdot c_c) D}}$$

Portanto a transmissibilidade da mola pneumática é dada pela expressão

$$T = \left| \frac{x_0}{u_0} \right| = \frac{1 + \left(2 \cdot \frac{c}{c_c} \cdot \frac{\omega}{\omega_n} \right)^2}{\left[1 - \left(\frac{1+N}{N} \right) \cdot \frac{\omega^2}{\omega_n^2} \right]^2 + \left[2 \cdot \frac{c}{c_c} \cdot \frac{\omega}{\omega_n} \right]^2 \cdot \left[1 - \frac{1}{N} \cdot \frac{\omega^2}{\omega_n^2} \right]^2} \quad (19)$$

onde o operador D foi substituído por $j\omega$. Se o atuador, da figura 16, mover-se no sentido de δ positivo o gás será comprimido e ocorrerá o escoamento através da restrição para a região de baixa pressão no tanque. Se não houver mudança na posição do atuador, a pressão no tanque, eventualmente poderá igualar-se se a pressão do atuador e o escoamento cessará. Se por outro lado, o atuador se mover para a posição original, a expansão do ar nele provocará uma região de baixa pressão e ocorrerá o escoamento na direção oposta até que as pressões no tanque e no atuador tornem-se iguais. Quando o atuador está na posição neutra, a pressão é uma função dos volumes combinados do tanque e do atuador. Isto também ocorre quando a excitação da mola pneumática é de baixa frequência e portanto, sua rigidez será:

$$k_0 = \frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{V_t + V_f} \quad (20)$$

Em altas frequências, ao contrário, não há escoamento pela restrição e a rigidez torna-se maior

$$k_\infty = \frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{V_t} \quad (21)$$

Em geral, é difícil avaliar a taxa de troca de calor nesse sistema, tanto analítica quanto experimentalmente. Na prática, esse valor está compreendido entre zero se o sistema for perfeitamente isolado, e infinito quando a troca de calor é suficientemente grande para manter a temperatura θ_0 constante, sem importar a velocidade com que ocorram as expansões e compressões no atuador.

Mesmo que não sejam tomados cuidados especiais com relação a isolamento do conjunto, a taxa de troca de calor em sistemas de alta frequência é desprezível [1]. Contudo, passa a ser apreciável em sistemas de baixa frequência (inferiores a aproximadamente 3 Hz) e o processo pode ser considerado isotérmico [2]. Essas conclusões são válidas para atuadores metálicos onde valem as hipóteses de área aproximadamente constante e pequenos deslocamentos verticais.

Pode-se, ainda, analisar a influência oferecida pela restrição ao escoamento do ar. Se a restrição não oferece resistência, ou seja, $C_r = \infty$ e portanto $c/c_c = 0$, o sistema comportar-se-á como sendo massa - mola sem amortecimento; sua rigidez será k_0 (expressão (20)) e sua frequência natural será dada por

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{(V_t + V_f) m}} = \omega_n \sqrt{\frac{N}{1 + N}} \quad (22)$$

Se, por outro lado, a resistência é total, ou $C_r = 0$ e $c/c_c = \infty$, o sistema comportar-se-á, novamente, como sendo massa - mola sem amortecimento de rigidez, k_∞ , expressão (21) e sua frequência natural será:

$$\omega_\infty = \sqrt{\frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{V_f \cdot m}} = \sqrt{N} \cdot \omega_n \quad (23)$$

Como foram considerados os valores de C_r para as duas condições extremas da restrição ao escoamento, deve existir um valor intermediário, que produza uma dissipação de energia tal que reduz a amplitude da resposta na condição de ressonância, de um valor infinito para um valor finito, semelhante a um amortecedor.

Se na equação (19) que expressa a transmissibilidade, o amortecimento for zero

$$T_0 = \frac{1}{1 - \left(\frac{1+N}{N}\right) \frac{\omega^2}{\omega_n^2}} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} \quad (24)$$

ou seja, a transmissibilidade de um sistema com um grau de liberdade sem amortecimento e frequência natural ω_0 .

Se, por outro lado, o amortecimento for infinitamente grande, na expressão (19) a transmissibilidade será

$$T_\infty = \frac{1}{1 - \frac{1}{N} \frac{\omega^2}{\omega_n^2}} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_\infty^2}} \quad (25)$$

que também representa a transmissibilidade de um sistema com um único grau de liberdade sem amortecimento, mas com frequência natural ω_∞ .

Na figura 17, está representado o gráfico da transmissibilidade - em função da frequência (expressão (19)) para uma dada relação de volumes. Um dos pontos importantes desse gráfico é o ponto de transmissibilidade comum (ω_c), onde qualquer que seja o amortecimento a transmissibilidade é a mesma. Para determinar essa frequência iguala-se a expressão (19) para

$$c/c_c = 0 \text{ e } \frac{c}{c_c} = \infty$$

$$\omega_c = \omega_n \sqrt{\frac{2N}{2+N}} \quad (26)$$

a transmissibilidade para esse valor da frequência será

$$T_c = \frac{2}{N} + 1 \quad (27)$$

Para se obter a menor amplificação possível na condição de ressonância para qualquer valor de N, faz-se a frequência de ressonância coincidente com ω_c (expressão (26)) e obtêm-se o valor de amortecimento ótimo

$$c_{cc)ot} = \sqrt{\frac{(N + 1) \cdot (N + 2)}{8 \cdot N}} \quad (28)$$

Essa relação é mostrada na figura 18.

A restrição no tubo necessária para se obter o amortecimento ótimo é dada pela relação

$$c_r = \frac{V_t \cdot \omega_n}{2(c/c_c) \cdot n \cdot p_i} \quad (29)$$

para um determinado diâmetro do tubo, o comprimento será

$$l = \frac{\pi d^4}{128 \eta c_r} \quad (30)$$

d) Modelo para Simulação Numérica

Neste ítem desenvolve-se um modelo matemático, que possibilite a utilização de um algoritmo e, conseqüentemente, a simulação do movimento dinâmico de um veículo com suspensão pneumática.

O modelo é dividido em duas partes:

- i) a mola pneumática
- e ii) o sistema auxiliar pode ser ou a tubulação ou o conjunto do tanque auxiliar e a restrição capilar, conforme a utilização -

ou não de auto-amortecimento.

i) A mola pneumática

A hipótese básica para o desenvolvimento, tanto do modelo da mola pneumática, quanto do sistema auxiliar, consiste em assumir que o sistema inteiro da suspensão pneumática pode ser descrito em dois processos termodinâmicos independentes. Estes processos são:

1. Processo politrópico reversível com massa constante ($P.V^n = \text{constante}$), que descreve a ação do ar na mola no instante "t", através do período de tempo entre "t" e "t + Δt " onde " Δt " é o incremento de tempo adequado para programas em computadores digitais.

2. Processo a temperatura constante, que descreve o efeito dos fluxos "para dentro" e "para fora" da mola pneumática durante o intervalo de tempo entre o instante "t" e "t + Δt ".

Examinando-se as curvas da figura 19, que representam os valores da carga, volume, altura e pressão num determinado fole do tipo diafragma fornecido por um fabricante, nota-se que é razoável admitir que:

$$F = F(P, h) \quad (31)$$

e

$$V = V(h) \quad (32)$$

Deve-se ser ressaltado que na expressão (32), não é exato, mas razoável, considerar que o volume não é afetado pela variação da pressão.

A expressão do processo politrópico reversível que ocorre na mola é

$$P_a V^n = \text{constante} \quad (33)$$

onde será adotado neste trabalho, $n = 1,38$, valor adotado pela maioria dos fabricantes de molas pneumáticas [3].

Serão admitidas aproximações lineares das equações (31) e (32) dentro da faixa de interesse, em torno do ponto de operação (P_0, h_0, V_0) .

$$\Delta F = \left. \frac{\partial F}{\partial P} \right|_{h=h_0} \cdot \Delta P + \left. \frac{\partial F}{\partial h} \right|_{P=P_0} \cdot \Delta h \quad (34)$$

$$= \Delta F_f \cdot \Delta P - k_f \cdot \Delta h$$

e

$$\Delta V = \left. \frac{dV}{dh} \right|_{h=h_0} \cdot \Delta h = A_v \cdot \Delta h \quad (35)$$

onde A_v , A_f e k_f são obtidos em curvas semelhantes às da figura 19.

Substituindo os valores nominais na expressão (33)

$$C = (P_0 + P_{AT}) \cdot V_0^{1,38} \quad (36)$$

então

$$P = \frac{(P_0 + P_{AT}) \cdot V_0^{1,38}}{V^{1,38}} - P_{AT} \quad (37)$$

pela definição de ΔP

$$\Delta P = \frac{(P_0 + P_{AT}) \cdot V_0^{1,38}}{V^{1,38}} - P_{AT} - P_0 \quad (38)$$

e

$$\Delta V = V - V_0 = A_v \cdot \Delta h \quad (39)$$

Substituindo a equação (39) na (38)

$$\Delta P = \frac{(P_0 + P_{AT}) \cdot V_0^{1,38}}{(V_0 + A_v \cdot \Delta h)^{1,38}} - P_{AT} - P_0 \quad (40)$$

As equações (34), (35) e (40) representam matematicamente o modelo da mola pneumática. A entrada para o modelo é Δh , variação da altura, obtendo-se como resposta a mudança na força vertical e no volume.

Em outras condições especiais, como por exemplo, na simulação das molas traseiras no período de frenagem de um veículo, deve-se escolher, A_V e/ou A_F , que mais se aproximem das condições consideradas (em vez das condições estáticas).

Ajustes devem ser feitos nos valores de A_V , A_F e k_f de maneira a obter a solução linear mais próxima possível dos valores reais, dentro da região de operação.

O modelo proposto pressupõe que o ar nem entra, nem sai do fole.

ii) O Sistema Auxiliar

Como o modelo da mola pneumática não inclui o fluxo de ar (que não é real) deve haver um ajuste na variação da pressão, que leve em consideração esse fluxo. Esta é a função básica do modelo auxiliar.

Adotam-se as seguintes hipóteses para este modelo:

- a) durante o intervalo de tempo Δt a temperatura na mola pneumática é constante;
- b) o fluxo da massa de ar é descrito pela expressão linearizada (similar à expressão (7))

$$\frac{dM}{dt} = C'_i \cdot (P_{e_e} - P) \quad (41)$$

onde C'_i é uma constante para cada tipo de escoamento.

Considerando-se o ar como gás perfeito

$$(P + P_{AT}) \cdot V = M \cdot R \cdot \theta_0 \quad (42)$$

Diferenciando-se a expressão (42) e igualando à expressão (41)

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{V} \left[C_i \cdot (P_{ee} - P) - (P + P_{AT}) \frac{dV}{dt} \right] \quad (43)$$

$$\text{com } C_i = C_i^I \cdot R \cdot \theta_0$$

O intervalo de tempo que deve ser considerado para a integração numérica é 0,0025 s [4]. Este intervalo de tempo é extremamente pequeno relativamente ao comportamento dinâmico do sistema auxiliar. Portanto, a forma mais simples de integração digital será adequada para resolver a equação (43) tornando-se:

$$\Delta P_D = \frac{1}{V} \cdot \left[C_i \cdot (P_{ee} - \bar{P}) - (\bar{P} + P_{AT}) \frac{d\bar{V}}{dt} \right] \Delta t \quad (44)$$

onde as expressões para determinar os valores médios ($\bar{P}$, $d\bar{V}/dt$ e $\bar{V}$) serão calculados na sequência da descrição do modelo matemático.

Se for usado auto-amortecimento a pressão P_{ee} será a pressão no reservatório auxiliar e pode ser escrita pela lei dos gases perfeitos.

$$P_{ee} = \frac{M \cdot R \cdot \theta_0}{V_R} - P_{AT} \quad (45)$$

Diferenciando-se a expressão (45) e igualando-se à expressão (41)

$$\Delta P_e = \frac{1}{\left[\frac{R \cdot \theta_0}{V_R} \cdot C_i - 1 \right]} \cdot \Delta P_D \quad (46)$$

O valor de ΔP_D determinado na equação (44) representa uma modificação no valor de ΔP associado ao modelo da mola pneumática. Alguns detalhes que inter-relacionam os dois modelos serão vistos a seguir.

Na interação dos dois sistemas, importa o fato que, em termos gerais, a resposta dinâmica do sistema auxiliar é muito mais vagarosa do que o sistema mola pneumática-pneu-massas suspensa e não suspensa. Por isso, foi possível essa separação. Devido a esta característica, espera-se que num curto intervalo de tempo (de um passo na integração) a mudança na pressão total (ΔP_t) seja dominada pelo efeito da mudança da pressão na mola pneumática. Em comparação, a mudança na pressão do sistema auxiliar será pequena nesse intervalo de tempo. O efeito mais importante na variação da pressão do sistema auxiliar é a acumulação num longo período de tempo.

Dessa maneira, a variação total da pressão será:

$$\Delta P_T = \Delta P + \Delta P_D \quad (47)$$

então

$$\bar{P} = P^t + \Delta P_T/2 = P^t + \frac{\Delta P + \Delta P_D}{2} \quad (48)$$

como $\Delta P_D \ll \Delta P$

$$\bar{P} = P^t + \Delta P/2 \quad (49)$$

Conhecendo-se ΔV na equação (35) pode-se calcular $\bar{V}$ e $\frac{dV}{dt}$

$$\bar{V} = V^t + \Delta V/2 \quad (50)$$

$$e \quad \frac{dV}{dt} = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (51)$$

Determinadas essas expressões pode-se calcular a variação da carga vertical na equação (34) substituindo-se ΔP por ΔP_T .

É importante notar-se que a equação (34) independe do processo termodinâmico e é válida qualquer que seja a fonte de Δh e ΔP .

Finalmente deve-se ajustar a constante C na equação do processo termodinâmico.

$$P_a \cdot V^{1,38} = C$$

Pelas hipóteses adotadas, a equação (37) só é válida para um intervalo de tempo Δt onde a expressão é integrada; entretanto devido à ação do sistema auxiliar os valores de P_0 e V_0 devem ser atualizados entre passos de integração. Determina-se primeiro ΔP pela expressão (40). Depois essa pressão é alterada pela adição de ΔP_D , não valendo para o passo seguinte a expressão (37). Para que ela volte a ser válida deve-se atualizar os valores de P_0 e V_0 através de:

$$P_0^{t + \Delta t} = P_0^t + \Delta P_T \quad (52)$$

$$V_0^{t + \Delta t} = V_0^t + \Delta V \quad (53)$$

e) Programa para Computador Digital

O programa elaborado para computador digital simula através das equações determinadas no modelo matemático, o comportamento dinâmico do sistema pneu, massa-não-suspensa, mola pneumática auto-amortecida e massa suspensa. O diagrama de blocos está representado na fig. 20; a listagem do programa encontra-se no Anexo 2.

i) Descrição do Programa

Para simular a resposta da suspensão pneumática (figura 20) a uma descontinuidade do solo considera-se um veículo deslocando-se com velocidade constante (VEL).

Obtêm-se a aceleração do pneu (massa não suspensa) pela diferença entre a posição relativa ao solo no instante (T) e no instante (T+DT) através de um balanço de forças na massa-não-suspensa (MNS).

Esse deslocamento da massa não suspensa, introduz uma variação na altura da mola pneumática. Com esse valor e as equações matemáticas do modelo obtido no item 4.c) determina-se a variação da carga gerada pela massa (M) e, conseqüentemente, a variação da aceleração da massa suspensa.

Através de integrações numéricas (já que o intervalo de tempo considerado permite tal operação ($DT = 0,0025 \text{ s}$)) obtêm-se o deslocamento da massa suspensa, e assim pode-se avaliar o conforto da suspensão simulada.

A descontinuidade do solo utilizada pelo programa pode ser variada. Nas simulações apresentadas nesse trabalho fez-se uso de um ressalto quadrado de altura (HR) para análise do transitório do sistema e de uma onda senoidal de frequência (WR) para análise do sistema em regime permanente.

Como resultado são fornecidas as características (deslocamento, velocidade e aceleração) do ponto imediatamente anterior à massa suspensa, além da pressão e volume instantâneos da mola pneumática, pressão do reservatório, deslocamento da massa não suspensa e força atuante na massa suspensa (ou na mola pneumática).

Uma versão simplificada do programa para simulação da suspensão é apresentada no Anexo 3. Este programa por ser mais compacto e escrito em linguagem BASIC, pode ser utilizado em mini-calculadoras de bolso.

São apresentados como resultado posições instantâneas da massa suspensa em função do tempo de simulação.

4 - SIMULAÇÃO DA SUSPENSÃO PNEUMÁTICA

a) Exemplo para Simulação

Será feito o projeto da suspensão pneumática auto-amortecida de um veículo de passeio médio com capacidade para 4 ou 5 passageiros, com carga total com as seguintes características:

- . Cada roda deve suportar 3420 N;
- . Operar como um sistema não-amortecido nas altas frequências;
- . A amplificação da vibração da roda, na ressonância, não deve ser superior a 1,5 vezes;
- . Frequência natural de 1 Hz;
- . Pressão de enchimento: 790856 N/m^2 ($\approx 114,7 \text{ psi}$ absoluta)

Como a transmissibilidade na ressonância deve ser inferior a 1,5 então da expressão (27)

$$1,5 = \frac{2}{N} + 1$$

$$\therefore N = 4$$

A área da seção transversal da mola que sustenta a carga através da pressão de enchimento " p_i " será

$$S = \frac{F}{p_i} \rightarrow S = 0,0043 \text{ m}^2$$

O sistema deve operar sem amortecimento nas altas frequências. Então pela expressão (23) " ω_∞ " será

$$\omega_\infty = \sqrt{N} \omega_n$$

$$\therefore \omega_{\infty} = 4\pi \text{ rad/s}$$

e portanto, fazendo $n = 1,4$ e $m = \frac{(3420)}{9,81} \text{ kg}$

$$\omega_{\infty} = \sqrt{\frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{V_f \cdot m}} \leftrightarrow V_f = \frac{n \cdot p_i \cdot S^2}{\omega_{\infty}^2 \cdot m}$$

$$V_f = \frac{1,4 \cdot 790856 \cdot (0,0043)^2}{(4\pi)^2 \cdot (3420/9,81)}$$

$$V_f = 0,00046 \text{ m}^3$$

como $N = \frac{V_t}{V_f}$ o volume do reservatório auxiliar

$$V_t = 0,0018 \text{ m}^3 =$$

A razão de amortecimento ótimo para que a transmissibilidade seja 1,5 na ressonância é dada pela expressão (28)

$$\left. \frac{c}{c_c} \right|_{\bar{\omega}t} = \sqrt{\frac{(N+1)(N+2)}{8N}}$$

$$\left. \frac{c}{c_c} \right|_{\bar{\omega}t} = \sqrt{\frac{5 \cdot 6}{32}}$$

$$\left. \frac{c}{c_c} \right|_{\bar{\omega}t} = 0,938$$

A resistência ao fluxo de ar criada pelo tubo capilar é determinada pela expressão (29)

$$C_r = \frac{V_t \cdot \omega_n}{2 \cdot c/c_c \cdot \sigma_t \cdot n \cdot \pi i}$$

$$C_r = \frac{0,0018 \cdot 2 \cdot \pi}{2 \cdot 0,938 \cdot 1,4 \cdot 790856}$$

$$C_r = 5,44 \times 10^{-9} \quad \frac{m^5}{N.S}$$

Adotando-se o diâmetro do tubo capilar 1,5 mm, o comprimento desse tubo (se cilíndrico) é dado pela expressão (30) onde a viscosidade dinâmica do ar à temperatura de 27°C é $1,983 \times \frac{N.S}{m^2}$

$$L = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot \mu \cdot C_r}$$

$$L = \frac{\pi \cdot (1,5 \times 10^{-3})^4}{128 \cdot 1,983 \times 10^{-5} \cdot 5,44 \times 10^{-9}}$$

$$L = 115 \text{ cm}$$

Outra possibilidade, é construir o tubo com seção transversal retangular a x b; sendo assim o comprimento pode ser determinado por:

$$L = \frac{a \cdot b^3}{12 \mu \cdot C_r} \quad (\text{válida para unidades inglesas})$$

Se o tubo tiver largura de 60 mm e altura 5 mm o comprimento será

$$a = 20 \text{ mm} = 0,78 \text{ pol.}$$

$$b = 5 \text{ mm} = 0,2 \text{ pol.}$$

$$C_r = 5,44 \times 10^{-9} \frac{\text{m}^5}{\text{N.S}} = 2,28 \frac{(\text{pol})^5}{\text{lb.s}}$$

$$\mu = 1,983 \times 10^{-5} \frac{\text{N.S}}{\text{m}^2} = 5,96 \times 10^{-5} \frac{\text{lb} \cdot \text{D}}{(\text{pol})^2}$$

$$\ell = \frac{0,78 \times (0,2)^3}{12 \times 5,96 \times 10^{-5} \times 2,28}$$

$$\ell = 3,9 \text{ pol} \quad \text{ou} \quad \ell = 9,8 \text{ cm}$$

Portanto as características mais importantes estão determinadas:

- . volume da mola pneumática no ponto de operação: $0,00046\text{m}^3$
- . volume do reservatório auxiliar: $0,0018\text{m}^3$
- . se a mola for construída com paredes rígidas, a área da seção transversal deve ser $0,0043\text{m}^2$
- . a restrição deve possuir dimensões:
 - se tubo cilíndrico - $\varnothing = 1,5 \text{ mm}$ e $\ell = 1,15\text{m}$
 - se tubo retangular : largura=5mm
comprimento= 0,98m
- . pressão manométrica no ponto de operação: 100 psi ou $689500 \text{ N/m}^2 \Big|_{\text{abs}}$

Pode-se agora, selecionar os componentes padronizados que mais se aproximem desses valores de referência, para fazer a simulação.

Foi selecionada uma mola pneumática do tipo "Airstroke" 1T12E-3 que possui as seguintes características estáticas:

- . Altura - 8,5 pol = 0,216m
- . volume nessa altura - 73 pol³ = 0,0012m³
- . pressão manométrica no ponto de operação - 100 psi = 689500 $\frac{N}{m^2}$
- . carga sobre a mola = 775 lb = 3449 N
- . $A_v = \frac{\partial v}{\partial h} \Big|_{h_0} = \frac{12}{1,3} = 9,23$ pol² = 0,00550m²
- . $A_F = \frac{\partial F}{\partial p} \Big|_{h_0} \approx \frac{\Delta F}{\Delta p} = \frac{315}{40} = 7,88$ pol² = 0,00524m²
- . $K_F = 13835 \frac{N}{m}$

b) Resumo das Simulações

Nas simulações feitas procurou-se conhecer o comportamento dinâmico de uma suspensão contendo as características ideais determinadas no exemplo fornecido e de outra suspensão utilizando a mola pneumática IT1E-3 da Firestone.

Na suspensão, com a mola do exemplo, simulou-se o perfil do solo com ressalto quadrado de 5 cm de altura para verificação das características dinâmicas do sistema.

A sua frequência natural está em torno de 1 Hz e possui amortecimento aproximadamente 0,01 do amortecimento crítico. Os valores das outras grandezas apresentam-se normais, a menos de alguns efeitos introduzidos pelo encontro abrupto com o ressalto. O ponto analisado possui bom amortecimento, pois após, aproximadamente, 2 segundos da descontinuidade o movimento praticamente cessou.

Em seguida, utilizando-se como perfil do solo uma onda senoidal de frequência 10 Hz verifica-se, que após entrar em regime permanente o

ponto analisado passa a oscilar com uma pequena amplitude de 2mm contra uma amplitude da onda senoidal de 2,5 cm. Isto demonstra que a suspensão do exemplo possui uma boa transmissibilidade, aumentando o conforto para os passageiros.

Na outra simulação, isto pode ser visto com maior clareza, já que a frequência de excitação da onda senoidal é de 1 Hz, ou seja, bem próxima da frequência natural do sistema. A transmissibilidade, nesse caso, é no máximo aproximadamente 1,5, como foi determinado no exemplo.

Por fim, na simulação da suspensão com uma mola pneumática disponível comercialmente pode-se verificar a influência do amortecimento da mola pneumática e do amortecimento auxiliar, no comportamento do sistema, além da influência de outras características da mola.

O maior objetivo dessas simulações não foi escolher a melhor mola pneumática para o veículo do exemplo, mas sim comprovar a efetiva utilização do algoritmo desenvolvido.

5 - CONCLUSÃO

O projeto de uma suspensão pneumática somente se completaria após muitas horas gastas com simulação, modelos, protótipos e ensaios, o que foge ao alcance e ao objetivo deste trabalho.

Dentro das possibilidades disponíveis e da necessidade envolvida, conseguiu-se chegar a um resultado até certo ponto razoável.

Desenvolveu-se este trabalho no sentido de iniciar, talvez, um estudo posterior mais profundo. Contudo, deve trazer benefícios já que auxilia no projeto, e introduz uma determinada metodologia para tal.

O principal na elaboração deste trabalho foi o aprofundamento no conhecimento dos mecanismos de atuação de uma suspensão; não de todos aqueles envolvidos direta ou indiretamente, mas os de maior importância.

6 - BIBLIOGRAFIA

- 1 - "Study of Pneumatic Processes in the Continuous Control of Motion with Compressed Air - I" -
Shearer, J.L. - ASME Transactions - 1956.
- 2 - "Air Suspensions and Servo-Controlled Isolation Systems"
Cavanaugh, R.D. - Harrys, Cyril M. - Shock and Vibration Handbook - vol. 2 - 1959.
- 3 - Firestone - "Catálogo de Isoladores de Vibração".
- 4 - "The Mechanical and Kinematic Properties of Heavy Vehicle Suspension" - SAE Transactions.
- 5 - "Suspension, Amortissement et Tenue de Roule" - Julien, M.A.-
Int. Fed. So. Automobile Engineering - 1960.
- 6 - "Research on Mass - Spring Systems" - Van Eldik Thieme, Prof.
Jr. H.C.A. - idem ref. [5]
- 7 - "Analysis and Simulation of Automobile Ride" - Kohr, Robert H.-
SAE Transactions - 1964.
- 8 - "Suspension y Direccion - Charloteaux, M.
- 9 - "Design, Construction and Application of Air Springs for PSV
Suspensions - Peel, R.J. - Ind. Mech. Engineering - 1977.

ANEXO 1
ILUSTRAÇÕES
E
TABELAS

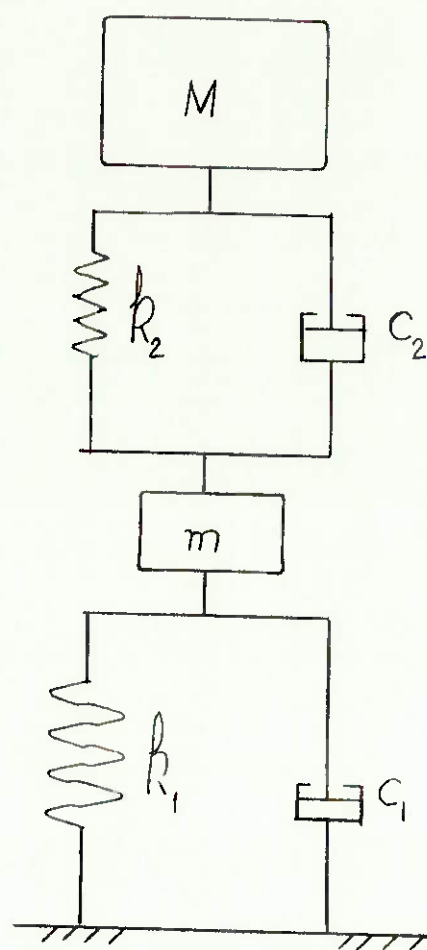
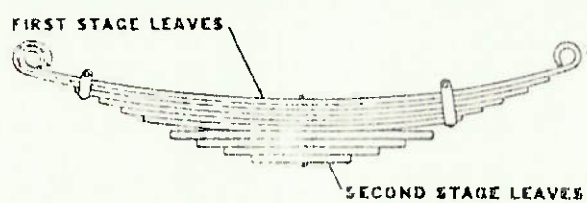
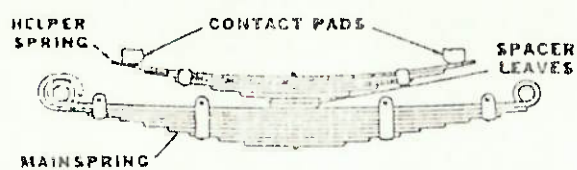


FIGURA 1 - Sistema Massa - Mola - Amortecedor representando 1/4 de uma suspensão independente.



Progressive type multi stage spring



Helper spring multi-stage spring installation

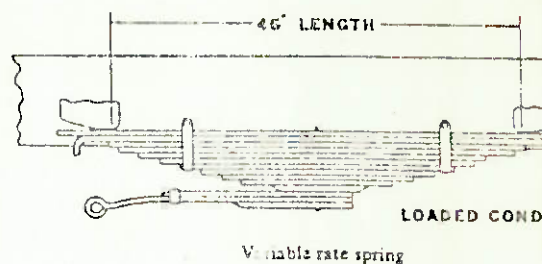
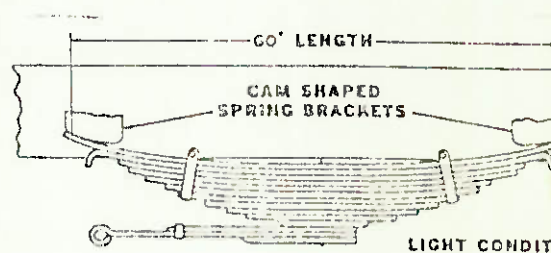


FIGURA 2 - Mecanismos para rigidez variável de feixe de molas.

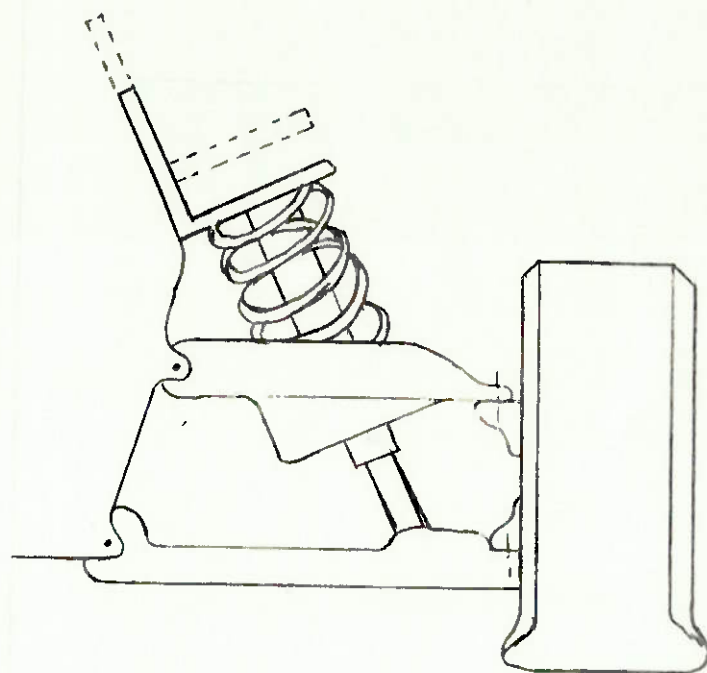


FIGURA 3 - Mola Helicoidal Progressiva com Regulagem de Altura.

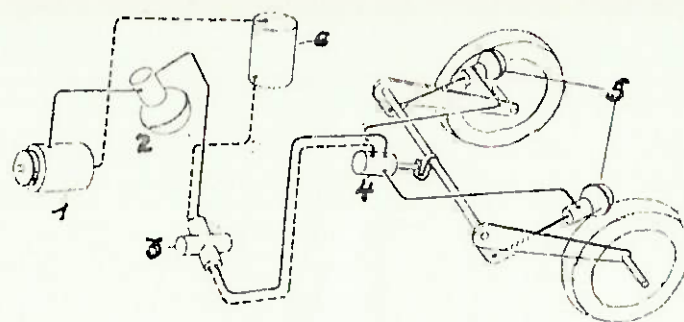


FIGURA 4 - Esquema de uma suspensão hidro-pneumática.

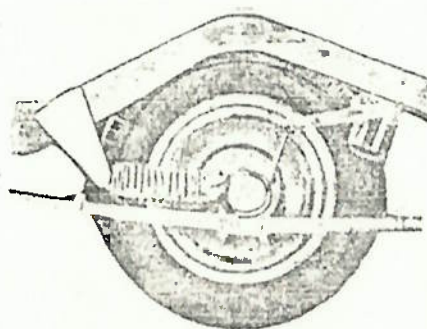
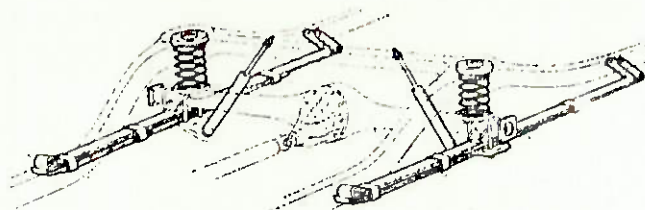


FIGURA 5 - Suspensão Mista - Mola Helicoidal
e Feixe de Molas

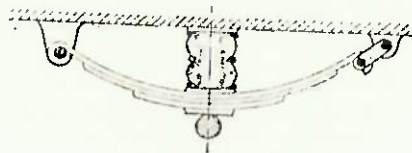


FIGURA 6 - Suspensão mista - Feixe de molas e mola pneumática.

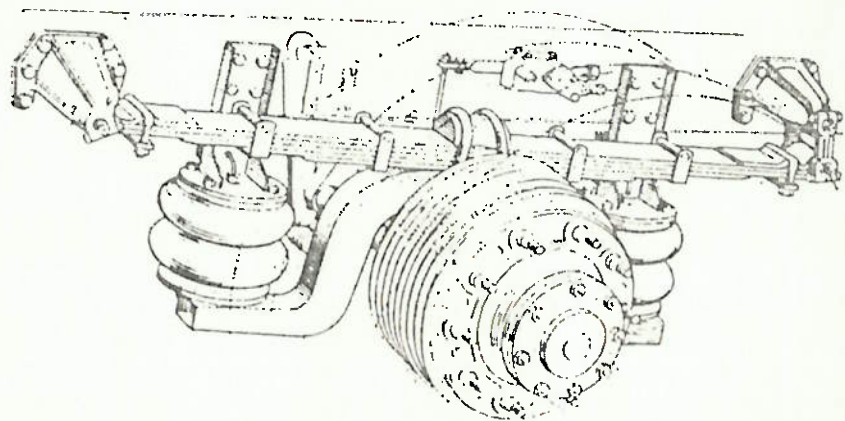


FIGURA 7 - Suspensão Mista -Feixe de Molas e Molas Pneumáticas.

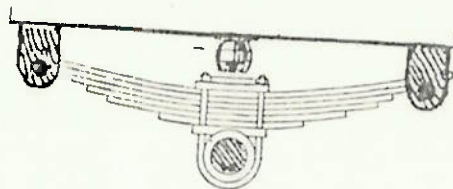


FIGURA 8 - Suspensão Mista - Feixe de Molas combinado com elementos de borracha.

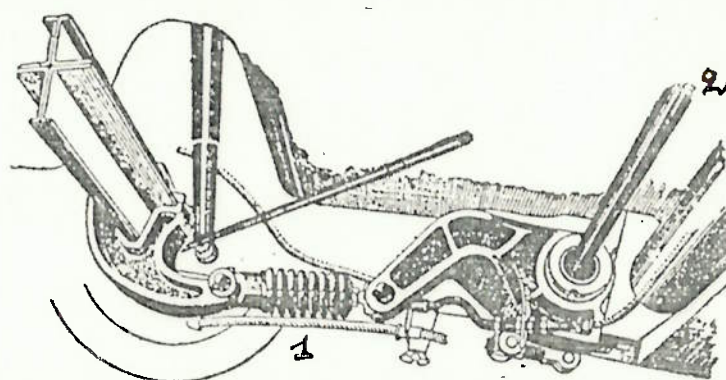


FIGURA 9 - Suspensão Mista - Mola Helicoidal e Barra de Torção.

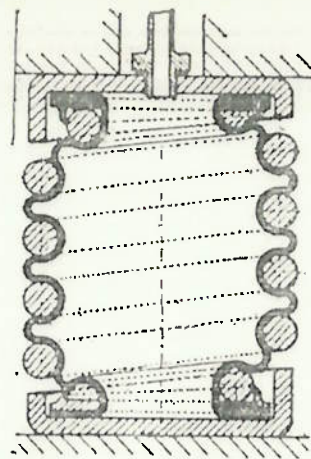


FIGURA 10 - Suspensão Mista - Mola Helicoidal e Mola Pneumática.

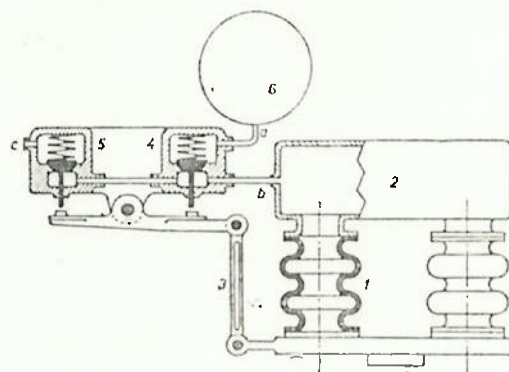


FIGURA 11 - Esquema dos elementos que compõem uma suspensão pneumática.

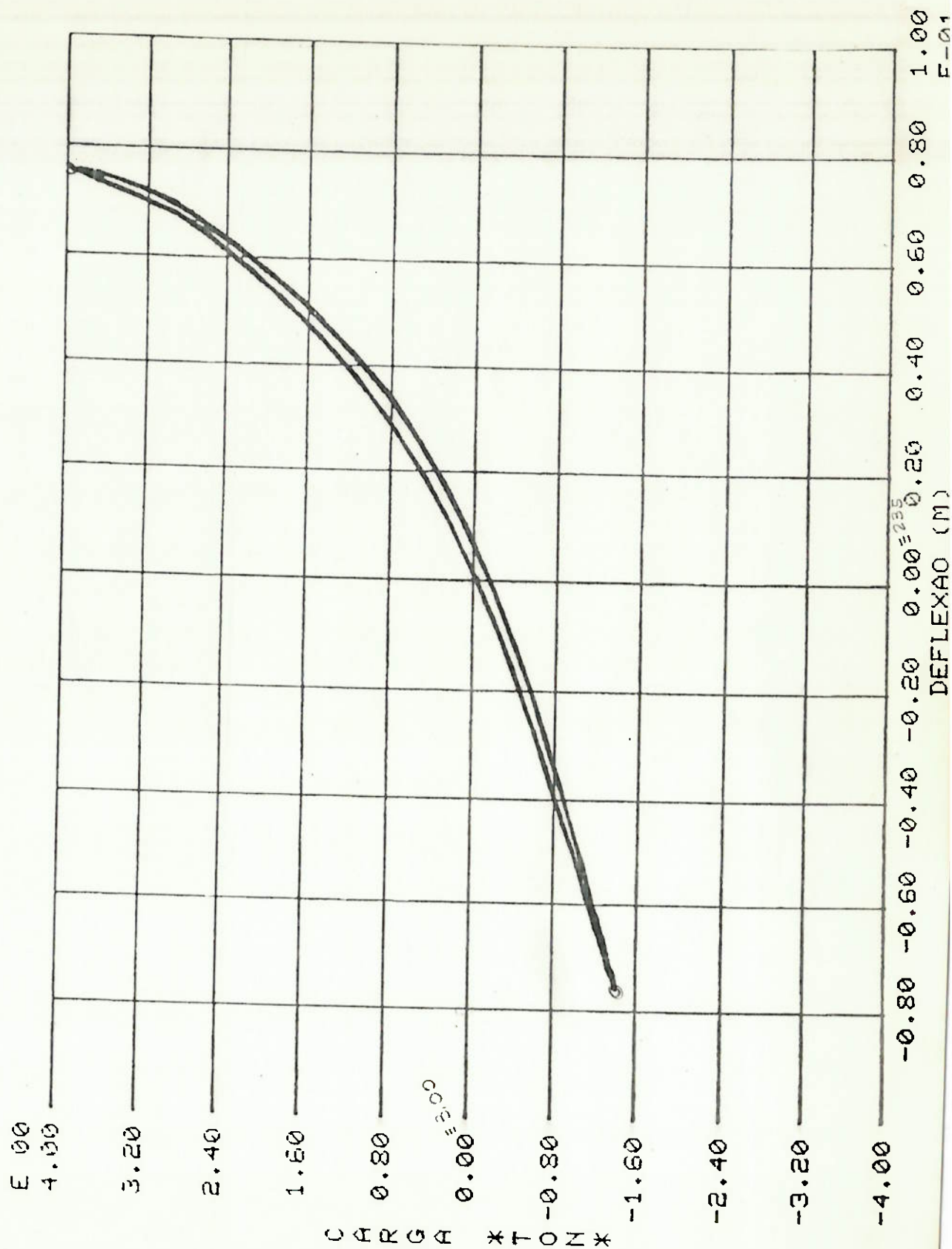


FIGURA 12 - Gráfico da carga estática em função da deflexão.

- . Pressão Inicial: 71,2 psi
- . Carga Inicial : 3000 kgf
- . Altura Inicial : 235 mm

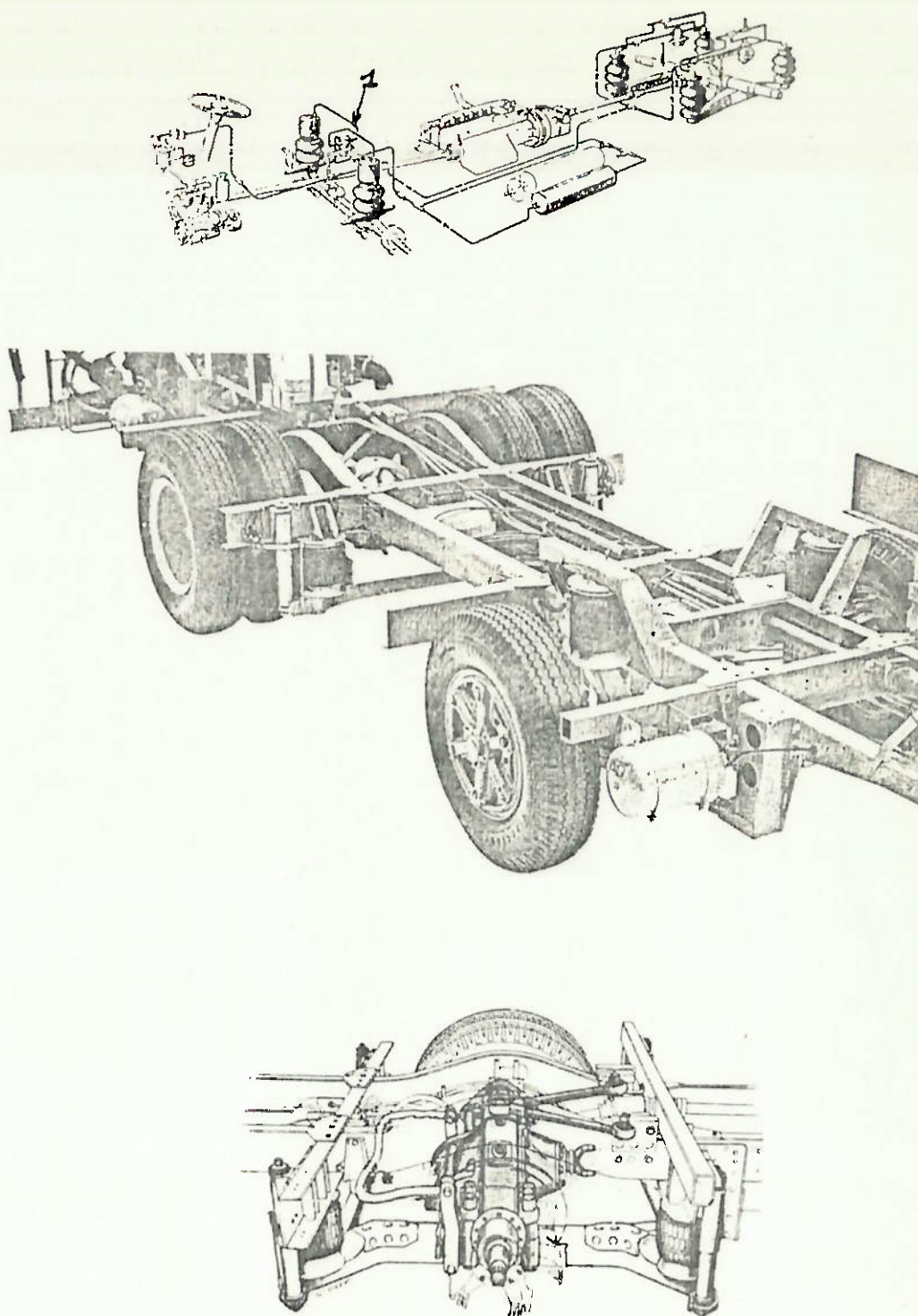
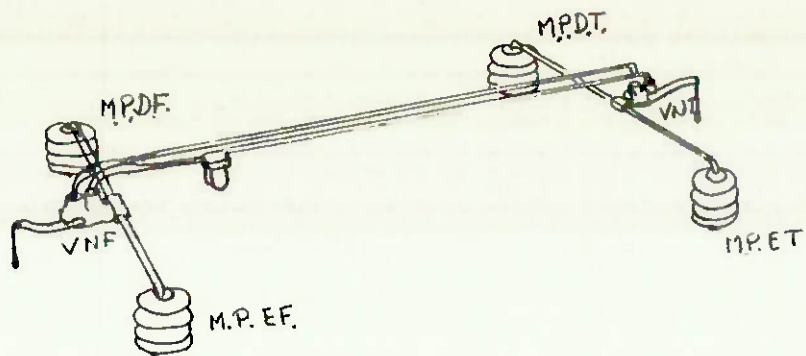
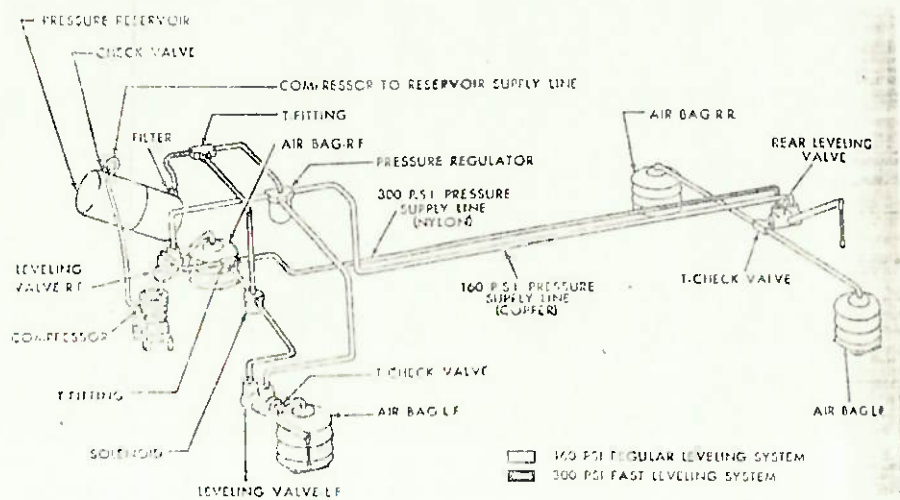


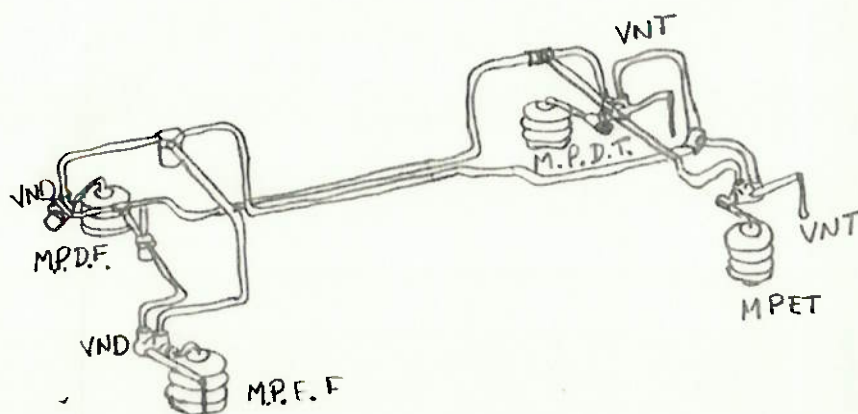
FIGURA 13 a- Arranjos de Molas Pneumáticas em suspensões.



b)



c)



d)

FIGURA 13 b, c e d - Arranjos possíveis para válvulas compensadoras de nível.

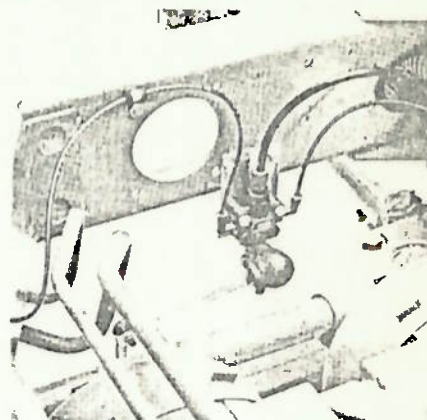
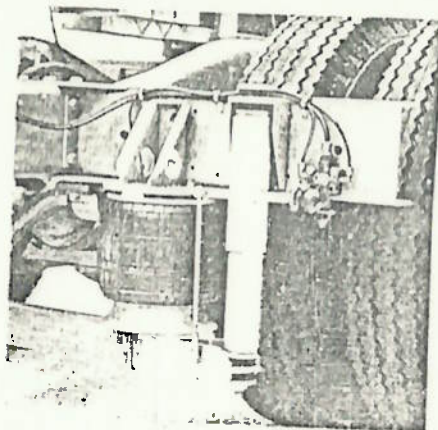


FIGURA 14 a - Vãlvula de nivelação e mecanismo acionador.

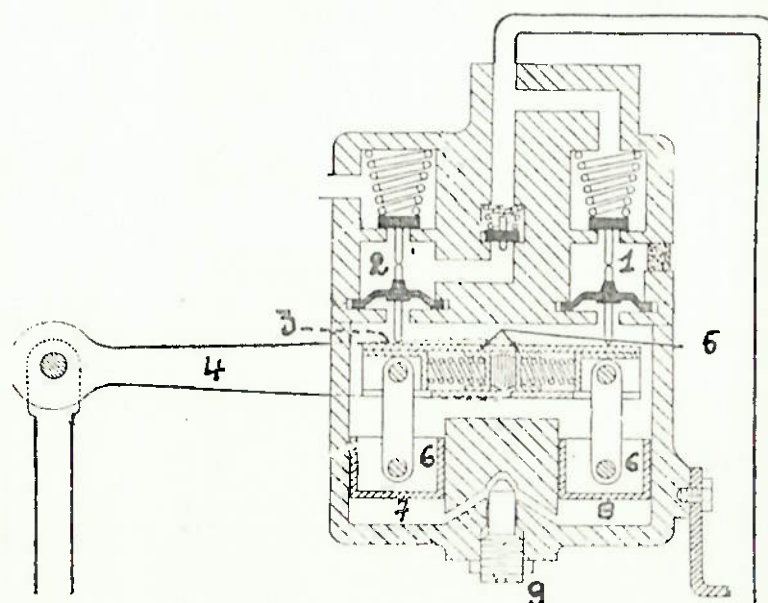


FIGURA 14 b - Vãlvula de nivelação de ação retardada.

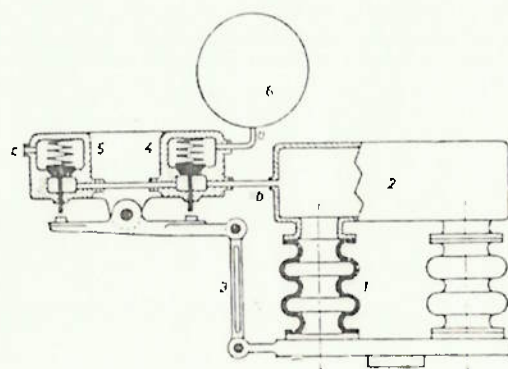


FIGURA 15 - Válvula de nivelção sem ação retardada.

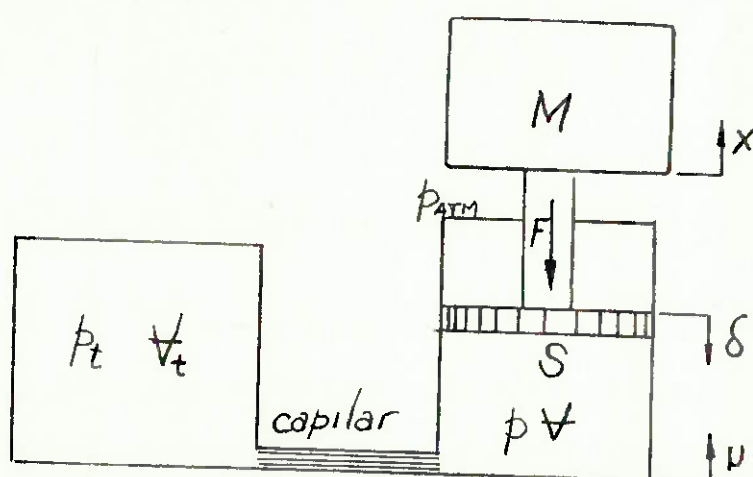


FIGURA 16 - Esquema da mola pneumática auto-amortecida.

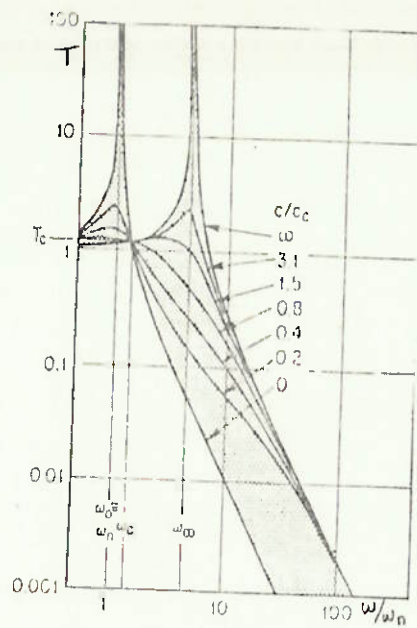


FIGURA 17 - Gráfico da transmissibilidade em função de ω/ω_n para uma relação de volumes $N=21$.

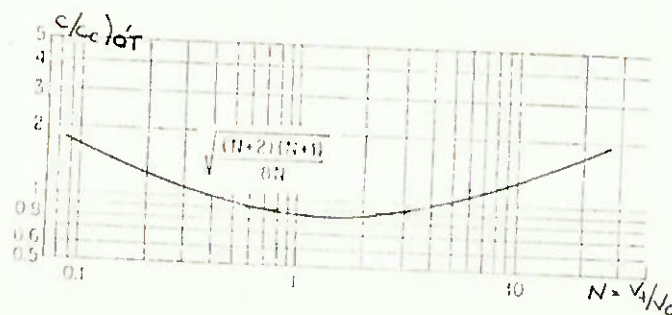


FIGURA 18 - Gráfico da razão de amortecimento ótima em função da razão de volumes (N).

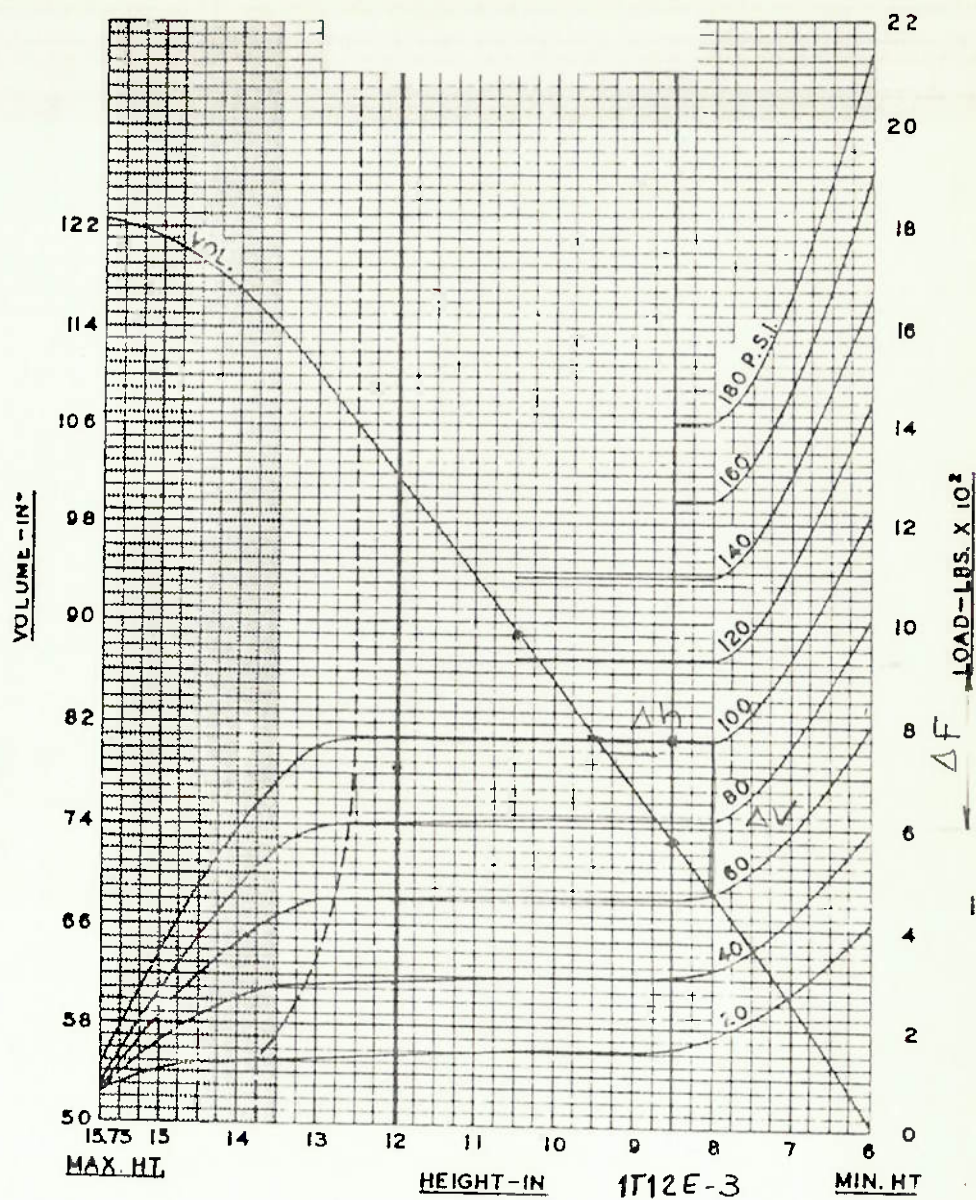


FIGURA 19 - Curvas para valores estáticos de molas pneumáticas
(Catálogo da Firestone).

FIGURA 20 - DIAGRAMA DE BLOCOS PARA PROGRAMA DE SIMULAÇÃO
DA SUSPENSÃO PNEUMÁTICA

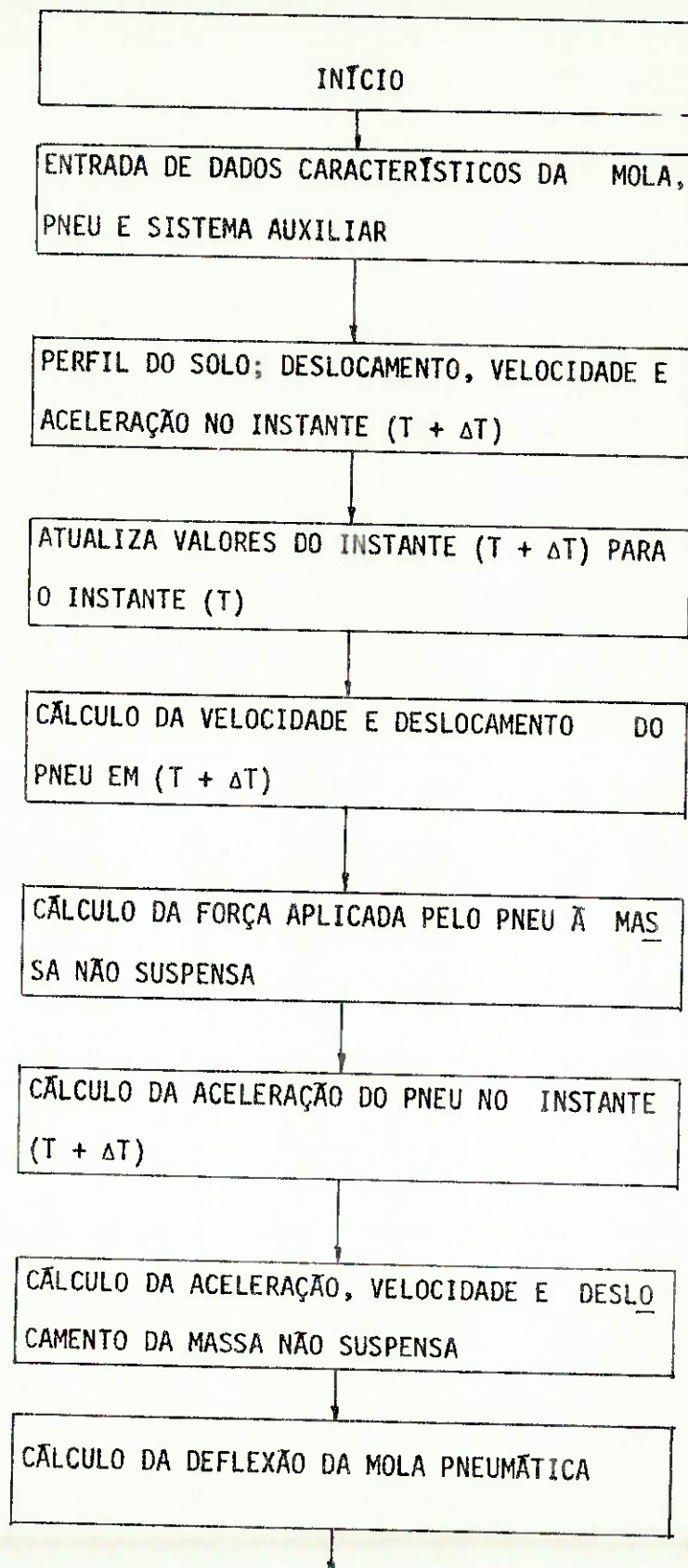


DIAGRAMA DE BLOCOS (continuação)

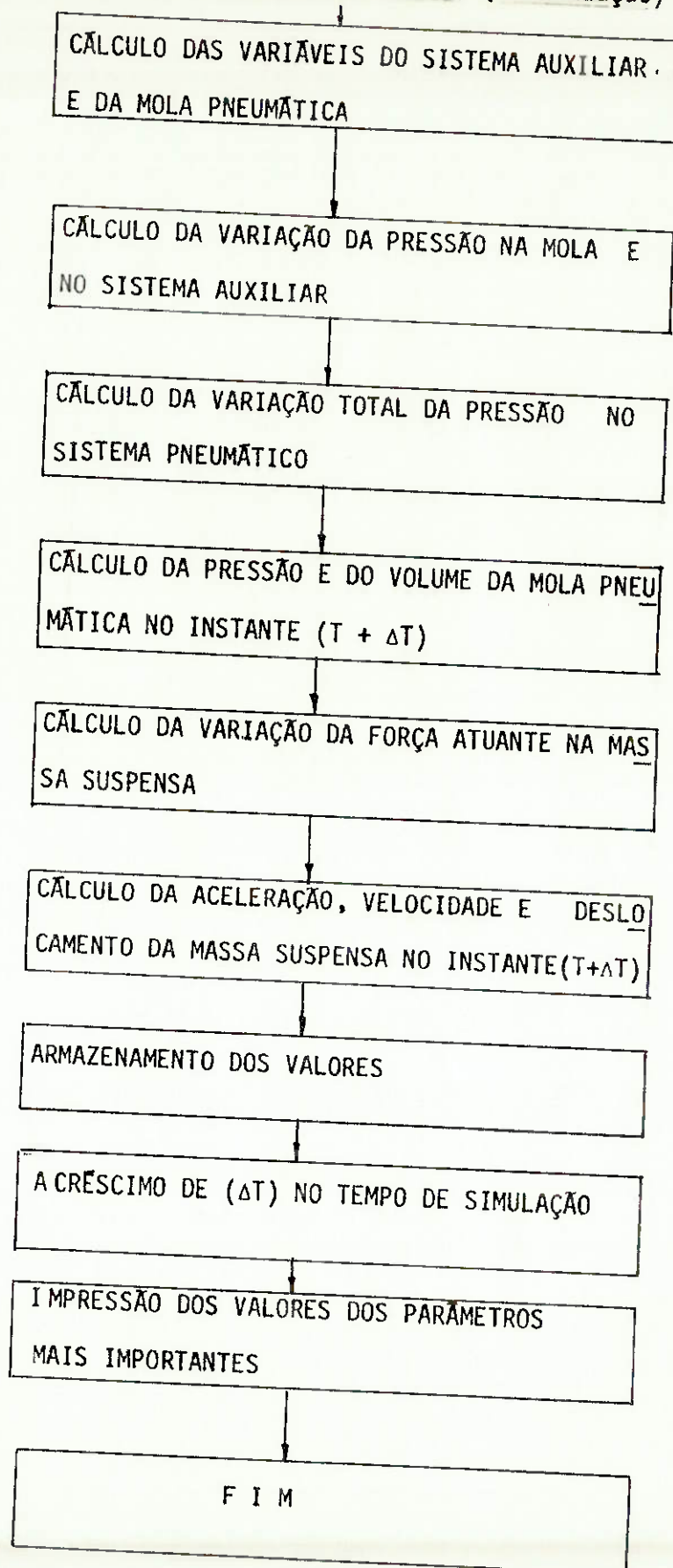


TABELA 1 - TIPOS DE MOLA EXISTENTES ATUALMENTE

TIPO DE MOLA	MATERIAL	CARACTERÍSTICAS (Valores entre veículo carregado e descarregado)		OBSERVAÇÕES
		RIGIDEZ DA MOLA	FREQUÊNCIA NATURAL	
1- Várias lâminas	Aço Mola	Constante	Variável	Projeto tradicional mas com recursos limitados.
2- Uma única mola	Aço Mola	Constante	Variável	Desenvolvimento possível ao recente progresso da tecnologia na fabricação de aços mola.
3 - Barra de Torção	Aço Mola	Constante	Variável	Possui recursos limitados para projeto.
4 - Helicoidal	Aço Mola	Constante	Variável	Muitos recursos para projeto; inclusive pode ter rigidez variável através da variação do diâmetro do fio.
5- Borracha	Composto de borracha <u>s</u> o lida/Aço ou borracha o ca/Aço	Constante	Variável	Alternativa para fabricação das molas tradicionais, com possibilidade de controle das características.

(continuação)

6 - Hidrolástica (regulável)	Composta de Aço <u>be</u> neficiado borracha líquido (água)	Variável	Variável (Variação positiva)	É um avanço na utilização da borracha em suspensões; projetada para utilização mais efetiva da variação da rigidez. Aplicação limitada a pequenos veículos devido a problemas de escala.
7 - Hidropneumática (regulável)	Composta de Aço <u>be</u> neficiado borracha (óleo/água) Gás(Nitrogênio)	Variável	Variável (Variação negativa)	Grande recursos para utilização. Essa mola utiliza massa de gás fixa como meio elástico. Possui característica de variação negativa da frequência natural.
8 - Pneumática (regulável)	Composta de Aço <u>be</u> neficiado borracha gás (ar)	Variável	Constante (aproximadamente)	A mola utiliza massa de ar fixa o não como meio elástico. A frequência natural permanece praticamente constante em qualquer circunstância. Grande aplicação em veículos.

ANEXO 2
LISTAGENS DOS PROGRAMAS

PROGRAMA EM
COMPUTADOR DE
GRANDE PORTE

[illegible]

```

5600      WRITE(5,800)
5700      300  FORMAT(/,12X,4HSELO,4X,7HM-SUGF,4X,7HM-SJSP,4X,7HP-CLSF,4X,
5800      *4HML(,7X,4HML1,2X,7HSTRV,4X,8HM-N-SUS.)
5900      FVI=X*.61
6000      OFV=J
6100      FP=0
6200      VT=V0
6300      PTOT=PJ
6400      XT(3,1)=C
6500      XT(3,2)=0
6600      CR=3.14*C**4/(120*NIAL)*TLP*287.14
6700      CL=1-VT/CR
6800      DO 2) I=0,1F/OT
6900      XT(1,1)=XT0(1,1)
7000      XT(1,2)=XT0(1,2)
7100      XT(2,1)=XT0(2,1)
7200      XT(2,2)=XT0(2,2)
7300      XT(3,1)=XT0(3,1)
7400      XT(3,2)=XT0(3,2)
7500      C=FUNCTION(0.500,10.6,50.0) * CALCUL 2. DIVIS
7600      TP=TP*2I
7700      JS=VLL*TR
7800      JK=01*LR
7900      IF(CS-1,01,AND-05,11-0X)GO TO 10
8000      XT(3,1)=0
8100      GO TO 10
8200      3) IF(XL-1,0) GO TO 117
8300      XT0(3,1)=(CR**2)*H**2/5*(CR**2*3.141592654*(F))
8400      XT0(3,2)=(XT0(3,1)-XT(3,1))/OT
8500      XT0(3,3)=(XT0(3,2)-XT(3,2))/OT
8600      GO TO 116
8700      117 XT0(3,1)=HK
8800      4) XT0(3,2)=(XT0(3,1)-XT(3,1))/OT
8900      XT0(3,3)=(XT0(3,2)-XT(3,2))/OT
9000      115 PT=PTOT
9100      C CALCULA POSICAO E VELOCIDADE DO PNEU
9200      XPN(3)=XT(1,1)-XID(3,1)
9300      XPA(1)=XIC(1,2)-XID(3,2)
9400      C CALCULA FORCA TRANSM. PARA OS EIXOS NAO SUSPENSOS E POSICAO
9500      JFP=-K*XPN(3)-CP*XPA(1)
9600      FP=FP+JFP
9700      XPN(2)=(JFP-OFV)/MNS
9800      XT0(1,3)=XID(3,3)+XPA(2)
9900      XT0(1,2)=XIC(1,2)+XID(1,3)+OT
0000      XT0(1,1)=XIC(1,1)+XID(1,2)+OT
0100      DH=XT(2,1)-XT0(1,1)
0200      XMDT=XIT+DH
0300      C CALCULA VARIACAO DA FORCA APLICADA PELA RODA PNEUMATICA
0400      UPN=(PI*FAT)*VI**1.32/(CVT+4V*DH)**1.32)-PAT-P1
0500      DV=AV*H
0600      V=VI+DV
0700      PBAR=PI*CPM/2
0800      VBAR=VI+V/2
0900      DVDT=DV/OT
1000      DPO=(C1*(PNEC-PBAR)-(PBAR*FAT)*DVB)*DI
1100      PNC5=PNC5+DPO/CI
1200      DPE=JPI*CPM
1300      PTOT=PI+DPE
1400      VT=V
1500      OFV=AL*OT-KF*DH-A*H*(XT(2,2)-XT0(1,2))

```

11100	FVDT=FVT+DFV	00011100
11200	C CALCULA POSICAO DA MASSA SUSPENS	00011200
11300	XTD(2,3)=DFV/M	00011300
11400	XTD(2,2)=X1(2,2)+XTD(2,3)*DT	00011400
11500	XTD(2,1)=X1(2,1)+XTD(2,2)*DT	00011500
11600	C APROXIMACAO DO CARGO	00011600
11700	REG(1,T+1)=X1(1,1)	00011700
11800	REG(2,T+1)=X1(1,2)	00011800
11900	REG(3,T+1)=X1(1,3)	00011900
12000	REG(4,T+1)=X1(1,4)	00012000
12100	REG(5,T+1)=X1(1,5)	00012100
12200	REG(6,T+1)=X1(1,6)	00012200
12300	REG(7,T+1)=X1(1,7)	00012300
12400	REG(8,T+1)=X1(1,8)	00012400
12500	REG(9,T+1)=X1(1,9)	00012500
12600	REG(10,T+1)=X1(1,10)	00012600
12700	REG(11,T+1)=X1(1,11)	00012700
12800	REG(12,T+1)=X1(1,12)	00012800
12900	REG(13,T+1)=FVDT	00012900
13000	REG(14,T+1)=VT	00013000
13100	REG(15,T+1)=FVDT	00013100
13200	REG(16,T+1)=PRES	00013200
13300	IF(Y.NE.4) GO TO 115	00013300
13400	WRITE(6,200)T,X1(1,1),XTD(2,1),XTD(2,2),XTD(2,3),F1CT,VT,	00013400
13500	*PRES,X1(1,1),FVDT	00013500
13600	200 FORMAT(1,1,F5.4,X,F5.3,X,F5.3,X,F5.2,X,F7.2,X,F10.1,X,	00013600
13700	*F3.6,X(F10.1,X,F5.3,X,F10.1)	00013700
13800	Y=Y+1	00013800
13900	20 CONTINUE	00013900
14000	STOP	00014000
14100	END	00014100
14200	20000,14.5,0.0043,10,20.637500,0.00015,0.00450,13778.0,0.025,10,	00014200
14300	5.0,10,100,0.05,349.0,0.267,0.0015,0.0000157,1.15,0.9500,0.0018,	00014300
14400	40.270,5300.0,1.1,	00014400
14500	2END JOB	00014500

ANEXO 3

PROGRAMA (LISTANGENS E
RESULTADO) UTILIZANDO
MINI - CALCULADORA

LIST

```

10 VAC
12 WAIT 5:A(1,5)=.
  00046
15 Z=2/.0025:A(2,3
  )=689500:A(2,5)
  =689500
20 FOR I=0 TO Z
30 A=1*.0025:D=10*
  A:C=100.1
40 IF D<.1 THEN 50
45 B=(.05)+.05*SIN
  (2*pi*A/.2)
50 E=(B-F)/.0025:G
  =(E-H)/.0025
60 L=S:N=R:F=B:H=E
  :A(1,4)=A(2,5):
  W=1-.0018/4.65E
  -4
70 K=L-B:M=N-E:O=-
  30000*K-14.6*M:
  P=(O-A(2,6))/40
80 Q=G+P:R=N+Q*.00
  25:S=L+R*.0025
90 A(1,1)=A(1,2)-S
100 X=100000:A(1,3)
  =(A(1,4)+X)*A(1
  ,5)+1.38
110 A(1,3)=A(1,3)/(
  (A(1,5)+.0043*A
  (1,1))+1.38)-X-
  A(1,4)
120 A(1,6)=.0043*A(
  1,1):A(1,9)=A(1
  ,5)+A(1,6)
130 A(1,7)=A(1,4)+A
  (1,3)/2:A(1,8)=
  A(1,5)+A(1,6)/2
160 A(2,1)=A(1,6)/.
  0025
170 A(2,2)=(4.65E-4
  *(A(2,3)-A(1,7)
  )-(A(1,7)+X)*A(
  2,1))*0.0025
180 A(2,3)=A(2,3)+A
  (2,2)/W:A(2,4)=
  A(1,3)+A(2,2)
200 A(2,5)=A(1,4)+A
  (2,4):A(1,5)=A(
  1,9)
210 A(2,6)=.0041*A(
  2,4)-13875*A(1,
  1)-5000*(A(2,9)
  -R)
220 A(2,7)=A(2,6)/3
  49:A(2,8)=A(2,9
  )+A(2,7)*.0025
230 A(3,1)=A(1,2)+A
  (2,8)*.0025:A(2
  ,9)=A(2,8)
240 A(1,2)=A(3,1)
250 IF Y#4 THEN 390
270 PRT "T=";A:CSR
  9:"POS=";#.####
  #:A(3,1)
280 Y=0
390 Y=Y+1
400 NEXT I

```

A\$=ONDA SENOIDAL

LIST

```

10 VAC
12 WAIT 5:A(1,5)=.
  00046
15 Z=2/.0025:A(2,3
  )=689500:A(2,5)
  =689500
20 FOR I=0 TO Z
30 A=1*.0025:D=10*
  A:C=100.1
40 IF D<.1 THEN 50
45 B=(.05)
50 E=(B-F)/.0025:G
  =(E-H)/.0025
60 L=S:N=R:F=B:H=E
  :A(1,4)=A(2,5):
  W=1-.0018/4.65E
  -4
70 K=L-B:M=N-E:O=-
  30000*K-14.6*M:
  P=(O-A(2,6))/40
80 Q=G+P:R=N+Q*.00
  25:S=L+R*.0025
90 A(1,1)=A(1,2)-S
100 X=100000:A(1,3)
  =(A(1,4)+X)*A(1
  ,5)+1.38
110 A(1,3)=A(1,3)/(
  (A(1,5)+.0043*A
  (1,1))+1.38)-X-
  A(1,4)
120 A(1,6)=.0043*A(
  1,1):A(1,9)=A(1
  ,5)+A(1,6)
130 A(1,7)=A(1,4)+A
  (1,3)/2:A(1,8)=
  A(1,5)+A(1,6)/2
160 A(2,1)=A(1,6)/.
  0025
170 A(2,2)=(4.65E-4
  *(A(2,3)-A(1,7)
  )-(A(1,7)+X)*A(
  2,1))*0.0025
180 A(2,3)=A(2,3)+A
  (2,2)/W:A(2,4)=
  A(1,3)+A(2,2)
200 A(2,5)=A(1,4)+A
  (2,4):A(1,5)=A(
  1,9)
210 A(2,6)=.0041*A(
  2,4)-13875*A(1,
  1)-5000*(A(2,9)
  -R)
220 A(2,7)=A(2,6)/3
  49:A(2,8)=A(2,9
  )+A(2,7)*.0025
230 A(3,1)=A(1,2)+A
  (2,8)*.0025:A(2
  ,9)=A(2,8)
240 A(1,2)=A(3,1)
250 IF Y#4 THEN 390
270 PRT "T=";A:CSR
  9:"POS=";#.####
  #:A(3,1)
280 Y=0
390 Y=Y+1
400 NEXT I

```

RESSALTO QUADRADO

LISTAGEM

T= 0.01 POS=0.00000
 T= 0.02 POS=0.00681
 T= 0.03 POS=0.00620
 T= 0.04 POS=0.00667
 T= 0.05 POS=0.00785
 T= 0.06 POS=0.00969
 T= 0.07 POS=0.01178
 T= 0.08 POS=0.01391
 T= 0.09 POS=0.01646
 T= 0.1 POS=0.01923
 T= 0.11 POS=0.02228
 T= 0.12 POS=0.02555
 T= 0.13 POS=0.02904
 T= 0.14 POS=0.03271
 T= 0.15 POS=0.03654
 T= 0.16 POS=0.04051
 T= 0.17 POS=0.04458
 T= 0.18 POS=0.04873
 T= 0.19 POS=0.05293
 T= 0.2 POS=0.05715
 T= 0.21 POS=0.06135
 T= 0.22 POS=0.06551
 T= 0.23 POS=0.06959
 T= 0.24 POS=0.07357
 T= 0.25 POS=0.07742
 T= 0.26 POS=0.08112
 T= 0.27 POS=0.08463
 T= 0.28 POS=0.08793
 T= 0.29 POS=0.09100
 T= 0.3 POS=0.09382
 T= 0.31 POS=0.09637
 T= 0.32 POS=0.09863
 T= 0.33 POS=0.10059
 T= 0.34 POS=0.10224
 T= 0.35 POS=0.10357
 T= 0.36 POS=0.10458
 T= 0.37 POS=0.10527
 T= 0.38 POS=0.10564
 T= 0.39 POS=0.10570
 T= 0.4 POS=0.10546
 T= 0.41 POS=0.10493
 T= 0.42 POS=0.10411
 T= 0.43 POS=0.10302
 T= 0.44 POS=0.10167
 T= 0.45 POS=0.10008
 T= 0.46 POS=0.09826
 T= 0.47 POS=0.09624
 T= 0.48 POS=0.09405
 T= 0.49 POS=0.09169
 T= 0.5 POS=0.08921
 T= 0.51 POS=0.08662
 T= 0.52 POS=0.08395
 T= 0.53 POS=0.08122
 T= 0.54 POS=0.07846
 T= 0.55 POS=0.07568
 T= 0.56 POS=0.07291
 T= 0.57 POS=0.07017
 T= 0.58 POS=0.06748
 T= 0.59 POS=0.06485
 T= 0.6 POS=0.06231
 T= 0.61 POS=0.05986

T= 0.62 POS=0.05753
 T= 0.63 POS=0.05532
 T= 0.64 POS=0.05325
 T= 0.65 POS=0.05133
 T= 0.66 POS=0.04956
 T= 0.67 POS=0.04795
 T= 0.68 POS=0.04652
 T= 0.69 POS=0.04525
 T= 0.7 POS=0.04416
 T= 0.71 POS=0.04325
 T= 0.72 POS=0.04252
 T= 0.73 POS=0.04197
 T= 0.74 POS=0.04159
 T= 0.75 POS=0.04139
 T= 0.76 POS=0.04136
 T= 0.77 POS=0.04149
 T= 0.78 POS=0.04178
 T= 0.79 POS=0.04223
 T= 0.8 POS=0.04282
 T= 0.81 POS=0.04356
 T= 0.82 POS=0.04442
 T= 0.83 POS=0.04540
 T= 0.84 POS=0.04650
 T= 0.85 POS=0.04770
 T= 0.86 POS=0.04900
 T= 0.87 POS=0.05038
 T= 0.88 POS=0.05183
 T= 0.89 POS=0.05335
 T= 0.9 POS=0.05493
 T= 0.91 POS=0.05655
 T= 0.92 POS=0.05821
 T= 0.93 POS=0.05991
 T= 0.94 POS=0.06164
 T= 0.95 POS=0.06345
 T= 0.96 POS=0.06536
 T= 0.97 POS=0.06819
 T= 0.98 POS=0.06969
 T= 0.99 POS=0.07150
 T= 1 POS=0.07341
 T= 1.01 POS=0.07525
 T= 1.02 POS=0.07713
 T= 1.03 POS=0.07901
 T= 1.04 POS=0.08086
 T= 1.05 POS=0.08269
 T= 1.06 POS=0.08448
 T= 1.07 POS=0.08621
 T= 1.08 POS=0.08788
 T= 1.09 POS=0.08947
 T= 1.1 POS=0.09098
 T= 1.11 POS=0.09240
 T= 1.12 POS=0.09371
 T= 1.13 POS=0.09491
 T= 1.14 POS=0.09600
 T= 1.15 POS=0.09696
 T= 1.16 POS=0.09779
 T= 1.17 POS=0.09849
 T= 1.18 POS=0.09906
 T= 1.19 POS=0.09950
 T= 1.2 POS=0.09980
 T= 1.21 POS=0.09997
 T= 1.22 POS=0.10001
 T= 1.23 POS=0.09992
 T= 1.24 POS=0.09971
 T= 1.25 POS=0.09938

LISTAGEM PARA PERFIL DO SOLO SENOIDAL (FREQUENCIA 5 Hz)

T= 0.01 POS=0.000
 T= 0.02 POS=0.006
 T= 0.03 POS=0.007
 T= 0.04 POS=0.010
 T= 0.05 POS=0.014
 T= 0.06 POS=0.018
 T= 0.07 POS=0.024
 T= 0.08 POS=0.030
 T= 0.09 POS=0.037
 T= 0.1 POS=0.044
 T= 0.11 POS=0.051
 T= 0.12 POS=0.059
 T= 0.13 POS=0.066
 T= 0.14 POS=0.072
 T= 0.15 POS=0.078
 T= 0.16 POS=0.083
 T= 0.17 POS=0.088
 T= 0.18 POS=0.091
 T= 0.19 POS=0.094
 T= 0.2 POS=0.095
 T= 0.21 POS=0.096
 T= 0.22 POS=0.095
 T= 0.23 POS=0.094
 T= 0.24 POS=0.091
 T= 0.25 POS=0.088
 T= 0.26 POS=0.085
 T= 0.27 POS=0.081
 T= 0.28 POS=0.077
 T= 0.29 POS=0.073
 T= 0.3 POS=0.069
 T= 0.31 POS=0.064
 T= 0.32 POS=0.060
 T= 0.33 POS=0.057
 T= 0.34 POS=0.053
 T= 0.35 POS=0.050
 T= 0.36 POS=0.047
 T= 0.37 POS=0.044
 T= 0.38 POS=0.042
 T= 0.39 POS=0.040
 T= 0.4 POS=0.039
 T= 0.41 POS=0.037
 T= 0.42 POS=0.037
 T= 0.43 POS=0.036
 T= 0.44 POS=0.035
 T= 0.45 POS=0.035
 T= 0.46 POS=0.035
 T= 0.47 POS=0.035
 T= 0.48 POS=0.036
 T= 0.49 POS=0.036
 T= 0.5 POS=0.037
 T= 0.51 POS=0.037
 T= 0.52 POS=0.038
 T= 0.53 POS=0.038
 T= 0.54 POS=0.039
 T= 0.55 POS=0.040
 T= 0.56 POS=0.041
 T= 0.57 POS=0.041
 T= 0.58 POS=0.042
 T= 0.59 POS=0.043
 T= 0.6 POS=0.043
 T= 0.61 POS=0.044

T= 0.62 POS=0.044
 T= 0.63 POS=0.045
 T= 0.64 POS=0.045
 T= 0.65 POS=0.046
 T= 0.66 POS=0.046
 T= 0.67 POS=0.046
 T= 0.68 POS=0.046
 T= 0.69 POS=0.047
 T= 0.7 POS=0.047
 T= 0.71 POS=0.047
 T= 0.72 POS=0.047
 T= 0.73 POS=0.048
 T= 0.74 POS=0.048
 T= 0.75 POS=0.048
 T= 0.76 POS=0.048
 T= 0.77 POS=0.048
 T= 0.78 POS=0.048
 T= 0.79 POS=0.048
 T= 0.8 POS=0.048
 T= 0.81 POS=0.048
 T= 0.82 POS=0.048
 T= 0.83 POS=0.049
 T= 0.84 POS=0.049
 T= 0.85 POS=0.049
 T= 0.86 POS=0.049
 T= 0.87 POS=0.049
 T= 0.88 POS=0.049
 T= 0.89 POS=0.049
 T= 0.9 POS=0.049
 T= 0.91 POS=0.049
 T= 0.92 POS=0.049
 T= 0.93 POS=0.049
 T= 0.94 POS=0.049
 T= 0.95 POS=0.049
 T= 0.96 POS=0.049
 T= 0.97 POS=0.050
 T= 0.98 POS=0.050
 T= 0.99 POS=0.050
 T= 1 POS=0.050
 T= 1.01 POS=0.050
 T= 1.02 POS=0.050
 T= 1.03 POS=0.050
 T= 1.04 POS=0.050
 T= 1.05 POS=0.050
 T= 1.06 POS=0.050
 T= 1.07 POS=0.050
 T= 1.08 POS=0.050
 T= 1.09 POS=0.050
 T= 1.1 POS=0.050
 T= 1.11 POS=0.050
 T= 1.12 POS=0.050
 T= 1.13 POS=0.050
 T= 1.14 POS=0.050
 T= 1.15 POS=0.050
 T= 1.16 POS=0.050
 T= 1.17 POS=0.050
 T= 1.18 POS=0.050
 T= 1.19 POS=0.050
 T= 1.2 POS=0.050

T= 0.01 POS=0.000
 T= 0.02 POS=0.007
 T= 0.03 POS=0.006
 T= 0.04 POS=0.006
 T= 0.05 POS=0.006
 T= 0.06 POS=0.007
 T= 0.07 POS=0.008
 T= 0.08 POS=0.009
 T= 0.09 POS=0.011
 T= 0.1 POS=0.012
 T= 0.11 POS=0.014
 T= 0.12 POS=0.015
 T= 0.13 POS=0.017
 T= 0.14 POS=0.019
 T= 0.15 POS=0.021
 T= 0.16 POS=0.023
 T= 0.17 POS=0.026
 T= 0.18 POS=0.028
 T= 0.19 POS=0.031
 T= 0.2 POS=0.033
 T= 0.21 POS=0.036
 T= 0.22 POS=0.038
 T= 0.23 POS=0.041
 T= 0.24 POS=0.044
 T= 0.25 POS=0.047
 T= 0.26 POS=0.049
 T= 0.27 POS=0.052
 T= 0.28 POS=0.055
 T= 0.29 POS=0.058
 T= 0.3 POS=0.060
 T= 0.31 POS=0.063
 T= 0.32 POS=0.065
 T= 0.33 POS=0.068
 T= 0.34 POS=0.071
 T= 0.35 POS=0.073
 T= 0.36 POS=0.075
 T= 0.37 POS=0.077
 T= 0.38 POS=0.080
 T= 0.39 POS=0.082
 T= 0.4 POS=0.083
 T= 0.41 POS=0.085
 T= 0.42 POS=0.087
 T= 0.43 POS=0.088
 T= 0.44 POS=0.090
 T= 0.45 POS=0.091
 T= 0.46 POS=0.092
 T= 0.47 POS=0.093
 T= 0.48 POS=0.093
 T= 0.49 POS=0.094
 T= 0.5 POS=0.094
 T= 0.51 POS=0.095
 T= 0.52 POS=0.095
 T= 0.53 POS=0.095
 T= 0.54 POS=0.094
 T= 0.55 POS=0.094
 T= 0.56 POS=0.093
 T= 0.57 POS=0.093
 T= 0.58 POS=0.092
 T= 0.59 POS=0.091

T= 0.6 POS=0.
 T= 0.61 POS=0.
 T= 0.62 POS=0.
 T= 0.63 POS=0.
 T= 0.64 POS=0.
 T= 0.65 POS=0.
 T= 0.66 POS=0.
 T= 0.67 POS=0.
 T= 0.68 POS=0.
 T= 0.69 POS=0.
 T= 0.7 POS=0.
 T= 0.71 POS=0.
 T= 0.72 POS=0.
 T= 0.73 POS=0.
 T= 0.74 POS=0.
 T= 0.75 POS=0.
 T= 0.76 POS=0.
 T= 0.77 POS=0.
 T= 0.78 POS=0.
 T= 0.79 POS=0.
 T= 0.8 POS=0.
 T= 0.81 POS=0.
 T= 0.82 POS=0.
 T= 0.83 POS=0.
 T= 0.84 POS=0.
 T= 0.85 POS=0.
 T= 0.86 POS=0.
 T= 0.87 POS=0.
 T= 0.88 POS=0.
 T= 0.89 POS=0.
 T= 0.9 POS=0.
 T= 0.91 POS=0.
 T= 0.92 POS=0.
 T= 0.93 POS=0.
 T= 0.94 POS=0.
 T= 0.95 POS=0.
 T= 0.96 POS=0.
 T= 0.97 POS=0.
 T= 0.98 POS=0.
 T= 0.99 POS=0.01
 T= 1 POS=0.01
 T= 1.01 POS=0.01
 T= 1.02 POS=0.01
 T= 1.03 POS=0.01
 T= 1.04 POS=0.01
 T= 1.05 POS=0.01
 T= 1.06 POS=0.01
 T= 1.07 POS=0.01
 T= 1.08 POS=0.01
 T= 1.09 POS=0.01
 T= 1.1 POS=0.01
 T= 1.11 POS=0.01

LISTAGENS PARA PERFIL DO SOLO RESSALTO QUADRADO COM DIFERENTES AMORTECIMENTOS.

ANEXO 4
RESULTADOS
DAS
SIMULAÇÕES

1a. SIMULAÇÃO
RESSALTO QUADRADO

SIMULACAO DA DINAMICA DE UMA RODA
 DE SUSPENSAO ELASTICA
 UNIDADES NO SIST. INT.

VELOCIDADE DO VEICULO= 10.0
 INICIO DO DESSALTO= 0.0
 COMPRIMENTO DO DESSALTO= 100.0

ALTURA DO DESSALTO= 0.150
 TEMPO DE TERMINO= 5.0
 INCREMENTO DE TEMPO= 0.0025
 RIGIDEZ DO PNEU= 50000.00

AMORTECIMENTO DO PNEU= 14.00
 UM QUANTO DA MASSA TOTAL DO VEICULO= 349.
 ALTURA DO ATJADO= 0.257

AV= 0.00430
 AF= 0.00430
 AF= 13778.3
 DIAMETRO DO TUBO CAPILAR= 0.0010
 VISCOSIDADE= 0.0000157

COMPR. TUBO= 1.150
 VOLUME INICIAL= 0.0000

P1= 100000. PRESSAO INICIAL= 987500.

PRESSAO DO RESERVATORIO= 987500.0 VOLUME DO RESERVATORIO= 0.0018000

MASSA NA SUSPENSAO= 40.0
 TEMPER. DO GAS= 273.0
 TEMPER. EXT.= 5000.0
 FREQUENCIA DE EXCITACAO= 1.00000

[illegible]

0.0700	0.050	0.025	-0.03	2.20	-73325.7	0.000345	690441.5	0.033	4211.0
0.0700	0.050	0.025	-0.03	2.13	-72769.7	0.000267	690442.1	0.034	4134.4
0.0700	0.050	0.020	-0.03	2.07	-72017.2	0.000165	690434.8	0.035	4151.8
0.0700	0.050	0.018	-0.02	1.93	-71099.1	0.0001041	690430.9	0.035	4114.0
0.0700	0.050	0.018	-0.02	1.83	-69777.5	0.0004838	690426.7	0.036	4071.2
0.0700	0.050	0.018	-0.02	1.73	-68447.3	0.0004738	690422.1	0.038	4028.0
0.0700	0.050	0.018	-0.03	1.59	-66744.7	0.0004561	690417.1	0.039	3977.3
0.0700	0.050	0.019	0.05	1.44	-64725.7	0.0004372	690411.2	0.040	3926.6
0.0700	0.050	0.019	0.05	1.29	-62347.0	0.0004171	690406.1	0.041	3874.4
0.0700	0.050	0.019	0.07	1.14	-59947.2	0.0003961	690400.0	0.042	3821.5
0.0700	0.050	0.011	0.08	0.97	-56757.4	0.0003743	690393.4	0.043	3763.4
0.0700	0.050	0.012	0.07	0.84	-52343.1	0.0003521	690386.3	0.044	3715.7
0.0700	0.050	0.013	0.10	0.69	-47301.3	0.0003295	690378.7	0.045	3664.0
0.0700	0.050	0.014	0.11	0.54	-42373.3	0.0003067	690370.6	0.047	3613.7
0.0700	0.050	0.015	0.11	0.41	-35937.7	0.0002841	690361.0	0.048	3565.3
0.0700	0.050	0.016	0.11	0.27	-28101.7	0.0002616	690352.3	0.049	3519.1
0.0700	0.050	0.017	0.12	0.13	-18313.4	0.0002394	690342.1	0.049	3478.5
0.0700	0.050	0.018	0.12	0.03	-7460.7	0.0002178	690330.7	0.050	3434.9
0.0700	0.050	0.019	0.12	-0.03	6467.1	0.0001968	690318.8	0.051	3397.3
0.0700	0.050	0.020	0.11	-0.17	23717.7	0.0001765	690305.6	0.052	3363.2
0.0700	0.050	0.021	0.11	-0.26	45321.8	0.0001571	690291.1	0.052	3332.0
0.0700	0.050	0.023	0.11	-0.34	72713.2	0.0001367	690275.1	0.053	3306.2
0.0700	0.050	0.024	0.11	-0.40	107927.4	0.0001212	690257.3	0.053	3283.0
0.0700	0.050	0.025	0.10	-0.45	153971.9	0.0001040	690237.5	0.054	3265.9
0.0700	0.050	0.026	0.10	-0.49	214752.0	0.0000893	690215.3	0.054	3253.0
0.0700	0.050	0.027	0.09	-0.51	296846.5	0.0000799	690190.2	0.054	3245.3
0.0700	0.050	0.028	0.07	-0.51	409033.1	0.0000634	690161.9	0.054	3245.2
0.0700	0.050	0.029	0.05	-0.49	553722.4	0.0000513	690130.0	0.054	3251.0
0.0700	0.050	0.029	0.03	-0.45	726107.2	0.0000428	690094.7	0.054	3254.3
0.0700	0.050	0.030	0.07	-0.40	1057372.5	0.0000350	690057.1	0.054	3276.5
0.0700	0.050	0.031	0.07	-0.44	1376672.1	0.0000290	690020.7	0.054	3270.4
0.0700	0.050	0.031	0.04	-0.35	1737352.6	0.0000251	6900791.2	0.053	3230.9
0.0700	0.050	0.032	0.05	-0.63	2174419.7	0.0000229	6900744.1	0.053	3136.1
0.0700	0.050	0.033	0.05	-0.67	2669747.7	0.0000217	6900702.0	0.053	3136.9
0.0700	0.050	0.033	0.04	-0.56	3053738.0	0.0000223	6900752.3	0.053	3076.7
0.0700	0.050	0.033	0.04	-0.47	3382535.1	0.0000229	6900752.2	0.053	3069.5
0.0700	0.050	0.034	0.04	-0.44	3561311.6	0.0000236	6900766.4	0.053	3073.1
0.0700	0.050	0.034	0.03	-0.43	3689334.9	0.0000245	6900682.7	0.054	3066.2
0.0700	0.050	0.034	0.03	-0.47	3683314.3	0.0000256	6900620.5	0.054	3058.3
0.0700	0.050	0.035	0.02	-0.47	3574727.3	0.0000268	6900332.2	0.054	3051.2
0.0700	0.050	0.035	0.02	-0.51	3464362.3	0.0000281	6900462.2	0.054	3046.2
0.0700	0.050	0.035	0.01	-0.52	3355438.0	0.0000295	6900593.3	0.054	3043.8
0.0700	0.050	0.035	0.01	-0.52	3248166.3	0.0000313	6900724.6	0.054	3043.6
1.0000	0.050	0.035	0.03	-0.51	3144522.6	0.0000332	6900855.8	0.054	3046.1
1.0000	0.050	0.035	-0.09	-0.50	3045745.2	0.0000352	6900983.2	0.054	3050.6
1.0200	0.050	0.035	-0.01	-0.43	292786.3	0.0000374	6901111.6	0.054	3057.1
1.0300	0.050	0.035	-0.01	-0.45	280295.3	0.0000392	6901244.0	0.053	3065.5
1.0400	0.050	0.035	-0.02	-0.42	268653.3	0.0000424	6901354.9	0.053	3075.6
1.0500	0.050	0.035	-0.02	-0.37	257356.6	0.0000451	6901472.2	0.053	3087.1
1.0600	0.050	0.034	-0.03	-0.35	246221.4	0.0000480	6901585.0	0.053	3090.0
1.0700	0.050	0.034	-0.03	-0.31	235151.0	0.0000509	6901693.0	0.052	3113.9
1.0800	0.050	0.034	-0.03	-0.27	224363.7	0.0000539	6901777.4	0.052	3128.6
1.0900	0.050	0.033	-0.03	-0.23	213950.9	0.0000570	6901860.0	0.052	3143.0
1.1000	0.050	0.033	-0.04	-0.19	203931.4	0.0000601	6901933.7	0.051	3159.4
1.1100	0.050	0.033	-0.04	-0.14	194160.7	0.0000632	6902011.1	0.051	3175.0
1.1200	0.050	0.032	-0.04	-0.09	184757.9	0.0000662	6902075.9	0.051	3190.6
1.1300	0.050	0.032	-0.04	-0.05	175729.7	0.0000691	6902132.2	0.050	3205.7
1.1400	0.050	0.031	-0.04	-0.01	167072.9	0.0000719	6902182.7	0.050	3220.4
1.1500	0.050	0.031	-0.04	0.03	158773.7	0.0000745	6902225.9	0.050	3234.4
1.1600	0.050	0.031	-0.04	0.07	150840.2	0.0000770	6902262.1	0.049	3247.5

1.1700	0.050	0.050	-0.04	0.10	274033.6	0.0000757	690229.1	0.047	3452.8
1.1800	0.050	0.050	-0.04	0.14	281381.4	0.0000812	690221.5	0.049	3473.9
1.1900	0.050	0.050	-0.04	0.16	280932.4	0.0000830	690233.2	0.049	3431.0
1.2000	0.050	0.050	-0.03	0.17	282651.2	0.0000844	690234.4	0.048	3470.0
1.2100	0.050	0.050	-0.03	0.21	28274.3	0.0000856	690215.0	0.040	3497.2
1.2200	0.050	0.050	-0.03	0.23	281707.7	0.0000865	690235.1	0.040	3504.4
1.2300	0.050	0.050	-0.03	0.25	280074.7	0.0000870	690234.7	0.040	3509.2
1.2400	0.050	0.050	-0.02	0.26	227714.9	0.0000877	690233.7	0.040	3514.0
1.2500	0.050	0.050	-0.02	0.27	226171.4	0.0000871	690232.2	0.043	3517.1
1.2600	0.050	0.050	-0.02	0.27	230272.4	0.0000867	690230.3	0.048	3519.2
1.2700	0.050	0.050	-0.02	0.27	234026.4	0.0000860	690227.8	0.048	3520.2
1.2800	0.050	0.050	-0.01	0.25	237425.8	0.0000850	690224.5	0.048	3520.2
1.2900	0.050	0.050	-0.01	0.27	246544.3	0.0000838	690221.5	0.048	3519.4
1.3000	0.050	0.050	-0.01	0.27	255472.3	0.0000822	690217.6	0.048	3517.2
1.3100	0.050	0.050	-0.01	0.25	262258.5	0.0000805	690213.3	0.048	3515.4
1.3200	0.050	0.050	-0.01	0.25	279073.5	0.0000785	690208.5	0.049	3512.5
1.3300	0.050	0.050	-0.01	0.24	284777.9	0.0000763	690203.3	0.049	3503.9
1.3400	0.050	0.050	0.00	0.25	311366.4	0.0000743	690197.0	0.048	3504.9
1.3500	0.050	0.050	0.00	0.22	331203.6	0.0000715	690191.5	0.047	3500.6
1.3600	0.050	0.050	0.01	0.21	353770.3	0.0000689	690184.9	0.047	3497.9
1.3700	0.050	0.050	0.01	0.17	375177.3	0.0000662	690177.0	0.047	3491.0
1.3800	0.050	0.050	0.01	0.13	407755.9	0.0000635	690170.0	0.047	3486.0
1.3900	0.050	0.050	0.01	0.13	435638.2	0.0000608	690162.7	0.047	3483.7
1.4000	0.050	0.050	0.01	0.13	475070.1	0.0000590	690154.8	0.047	3477.8
1.4100	0.050	0.050	0.01	0.13	514975.0	0.0000553	690146.4	0.047	3470.2
1.4200	0.050	0.050	0.02	0.12	556754.7	0.0000527	690137.9	0.049	3465.7
1.4300	0.050	0.050	0.02	0.11	602200.6	0.0000502	690129.2	0.049	3463.7
1.4400	0.050	0.050	0.02	0.10	652359.7	0.0000473	690122.5	0.047	3459.8
1.4500	0.050	0.050	0.02	0.09	704303.2	0.0000455	690112.0	0.048	3453.9
1.4600	0.050	0.050	0.02	0.06	758314.7	0.0000434	690103.6	0.050	3446.0
1.4700	0.050	0.050	0.02	0.05	813706.6	0.0000415	690095.7	0.050	3441.3
1.4800	0.050	0.050	0.02	0.04	869756.6	0.0000394	690088.3	0.050	3438.1
1.4900	0.050	0.050	0.02	0.02	926640.5	0.0000383	690081.6	0.050	3431.1
1.5000	0.050	0.050	0.02	0.01	984331.0	0.0000370	690075.7	0.050	3428.3
1.5100	0.050	0.050	0.02	-0.01	10416349.8	0.0000359	690070.8	0.050	3421.0
1.5200	0.050	0.050	0.02	-0.02	1096210.5	0.0000350	690066.8	0.050	3416.1
1.5300	0.050	0.050	0.02	-0.04	1089807.5	0.0000343	690063.8	0.050	3411.1
1.5400	0.050	0.050	0.02	-0.05	1116620.9	0.0000337	690061.9	0.050	3406.3
1.5500	0.050	0.050	0.02	-0.06	1135953.6	0.0000333	690060.7	0.050	3401.5
1.5600	0.050	0.050	0.02	-0.07	1148433.0	0.0000331	690060.6	0.051	3396.2
1.5700	0.050	0.050	0.02	-0.07	1154220.1	0.0000330	690061.2	0.051	3392.2
1.5800	0.050	0.050	0.02	-0.10	1153733.4	0.0000330	690062.5	0.051	3387.7
1.5900	0.050	0.050	0.01	-0.12	1147502.7	0.0000331	690064.6	0.051	3383.4
1.6000	0.050	0.050	0.01	-0.13	1136130.5	0.0000333	690067.3	0.051	3379.4
1.6100	0.050	0.050	0.01	-0.14	1126129.9	0.0000337	690070.4	0.051	3375.6
1.6200	0.050	0.050	0.01	-0.15	1106157.3	0.0000341	690074.0	0.051	3372.5
1.6300	0.050	0.050	0.01	-0.15	1076774.4	0.0000345	690077.9	0.051	3369.0
1.6400	0.050	0.050	0.01	-0.16	1056601.2	0.0000351	690082.2	0.051	3367.5
1.6500	0.050	0.050	0.01	-0.17	1022125.9	0.0000358	690086.8	0.051	3365.9
1.6600	0.050	0.050	0.01	-0.17	991191.1	0.0000365	690091.5	0.051	3364.8
1.6700	0.050	0.050	0.01	-0.17	960359.5	0.0000373	690095.4	0.051	3364.4
1.6800	0.050	0.050	0.01	-0.17	928833.4	0.0000381	690101.4	0.051	3364.6
1.6900	0.050	0.050	0.01	-0.17	895335.5	0.0000390	690106.5	0.051	3363.3
1.7000	0.050	0.050	0.01	-0.15	862557.9	0.0000408	690111.6	0.051	3366.7
1.7100	0.050	0.050	0.01	-0.15	830324.7	0.0000410	690116.6	0.051	3361.7
1.7200	0.050	0.050	0.01	-0.15	798525.9	0.0000420	690121.6	0.051	3371.2
1.7300	0.050	0.050	0.01	-0.14	767755.5	0.0000431	690125.5	0.051	3377.5
1.7400	0.050	0.050	0.01	-0.13	738017.5	0.0000442	690131.2	0.051	3381.3
1.7500	0.050	0.050	0.01	-0.12	709556.1	0.0000453	690135.8	0.051	3382.5
1.7600	0.050	0.050	0.01	-0.11	682537.5	0.0000464	690140.2	0.051	

1.7700	C.050	C.051	-0.01	-0.10	656933.3	C.000476	690144.4	0.051	3339.9
1.7700	C.050	C.051	-0.01	-0.03	633033.4	C.000477	690148.2	0.051	3394.2
1.7700	C.050	C.051	-0.01	-0.07	610770.4	C.000478	690152.0	0.051	3399.2
1.8000	C.050	C.051	-0.01	-0.06	590103.6	C.000509	690155.4	0.050	3404.1
1.8100	C.050	C.051	-0.01	-0.04	571244.6	C.000519	690159.5	0.050	3409.0
1.8200	C.050	C.051	-0.01	-0.03	554010.6	C.000529	690161.3	0.050	3413.8
1.8300	C.050	C.051	-0.01	-0.01	538447.8	C.000533	690163.8	0.050	3418.0
1.8400	C.050	C.051	-0.01	-0.00	524534.7	C.000547	690166.0	0.050	3423.3
1.8500	C.050	C.051	-0.01	0.01	512243.1	C.000555	690167.9	0.050	3427.8
1.8600	C.050	C.051	-0.01	0.02	501944.4	C.000562	690169.4	0.050	3432.0
1.8700	C.050	C.051	-0.01	0.04	492434.7	C.000568	690170.7	0.050	3436.1
1.8800	C.050	C.051	-0.01	0.05	484770.5	C.000573	690171.7	0.050	3439.0
1.8900	C.050	C.051	-0.01	0.06	478672.0	C.000578	690172.3	0.050	3443.3
1.9000	C.050	C.051	-0.01	0.07	474710.6	C.000581	690172.6	0.049	3446.4
1.9100	C.050	C.051	-0.01	0.07	470033.3	C.000584	690172.7	0.049	3449.2
1.9200	C.050	C.051	-0.01	0.06	469000.5	C.000585	690172.4	0.049	3451.6
1.9300	C.050	C.051	-0.01	0.04	468503.9	C.000585	690171.9	0.049	3453.7
1.9400	C.050	C.051	-0.01	0.00	468503.9	C.000584	690171.0	0.049	3455.4
1.9500	C.050	C.051	-0.01	0.00	471853.5	C.000583	690169.3	0.049	3456.8
1.9600	C.050	C.051	-0.01	0.10	475517.2	C.000570	690168.8	0.049	3457.8
1.9700	C.050	C.051	-0.01	0.10	480475.5	C.000576	690167.0	0.049	3458.6
1.9800	C.050	C.051	-0.01	0.10	486703.7	C.000572	690165.1	0.049	3458.9
1.9900	C.050	C.051	-0.01	0.10	494365.7	C.000567	690163.0	0.049	3459.0
2.0000	C.050	C.051	-0.01	0.10	503274.1	C.000561	690160.7	0.047	3458.8
2.0100	C.050	C.051	-0.01	0.10	513334.5	C.000554	690158.2	0.049	3458.3
2.0200	C.050	C.051	-0.01	0.10	524663.7	C.000547	690155.5	0.049	3457.6
2.0300	C.050	C.051	-0.01	0.00	537107.3	C.000537	690152.7	0.049	3456.7
2.0400	C.050	C.051	-0.01	0.00	550803.5	C.000531	690149.7	0.049	3455.5
2.0500	C.050	C.051	-0.01	0.00	565575.8	C.000527	690146.0	0.049	3454.1
2.0600	C.050	C.051	-0.01	0.00	581338.1	C.000513	690143.4	0.049	3452.6
2.0700	C.050	C.051	-0.01	0.00	597947.5	C.000504	690140.1	0.049	3451.2
2.0800	C.050	C.051	-0.01	0.07	615311.4	C.000495	690136.8	0.047	3449.1
2.0900	C.050	C.051	-0.01	0.06	633470.8	C.000487	690133.5	0.050	3447.2
2.1000	C.050	C.051	-0.01	0.06	652077.5	C.000478	690130.2	0.050	3445.1
2.1100	C.050	C.051	-0.01	0.06	671335.8	C.000469	690126.9	0.050	3443.0
2.1200	C.050	C.051	-0.01	0.06	690133.6	C.000461	690123.8	0.050	3440.8
2.1300	C.050	C.051	-0.01	0.04	709175.5	C.000453	690120.8	0.050	3438.5
2.1400	C.050	C.051	-0.01	0.04	727744.0	C.000446	690117.9	0.050	3436.2
2.1500	C.050	C.051	-0.01	0.03	746710.0	C.000439	690115.7	0.050	3433.8
2.1600	C.050	C.051	-0.01	0.02	765771.0	C.000432	690112.7	0.050	3431.4
2.1700	C.050	C.051	-0.01	0.02	785305.3	C.000426	690109.4	0.050	3429.0
2.1800	C.050	C.051	-0.01	0.01	795824.5	C.000421	690106.4	0.050	3426.8
2.1900	C.050	C.051	-0.01	0.00	805939.7	C.000416	690103.6	0.050	3424.3
2.2000	C.050	C.051	-0.01	-0.01	822266.7	C.000412	690100.1	0.050	3421.9
2.2100	C.050	C.051	-0.01	-0.01	833628.7	C.000407	690097.2	0.050	3419.6
2.2200	C.050	C.051	-0.01	-0.02	842088.9	C.000406	690093.0	0.050	3417.4
2.2300	C.050	C.051	-0.01	-0.02	850334.5	C.000403	690089.4	0.050	3415.2
2.2400	C.050	C.051	-0.01	-0.03	859233.7	C.000402	690085.1	0.050	3413.2
2.2500	C.050	C.051	-0.01	-0.04	869647.4	C.000401	690080.0	0.050	3411.2
2.2600	C.050	C.051	-0.01	-0.04	881523.0	C.000400	690075.3	0.050	3409.4
2.2700	C.050	C.051	-0.01	-0.05	894613.3	C.000400	690070.7	0.050	3407.7
2.2800	C.050	C.051	-0.01	-0.05	909766.0	C.000400	690065.5	0.050	3406.1
2.2900	C.050	C.051	-0.01	-0.05	926709.6	C.000401	690060.4	0.050	3404.7
2.3000	C.050	C.051	-0.01	-0.06	945244.6	C.000403	690055.5	0.050	3403.5
2.3100	C.050	C.051	-0.01	-0.06	965745.8	C.000405	690050.9	0.050	3402.5
2.3200	C.050	C.051	-0.01	-0.06	988305.5	C.000407	690046.4	0.050	3401.7
2.3300	C.050	C.051	-0.01	-0.06	101274.7	C.000410	690041.0	0.050	3401.1
2.3400	C.050	C.051	-0.01	-0.07	103915.7	C.000413	690035.8	0.050	3400.7
2.3500	C.050	C.051	-0.01	-0.07	106359.6	C.000416	690030.7	0.051	3400.6
2.3600	C.050	C.051	-0.01	-0.07	108622.6	C.000420	690025.6	0.050	3400.0

2.3799	0.050	0.001	0.00	-0.07	757249.0	0.000424	690117.6	0.050	3400.9
2.3799	0.050	0.001	-0.00	-0.06	725277.7	0.000423	690119.7	0.050	3401.3
2.3800	0.050	0.001	-0.00	-0.06	763041.2	0.000433	690121.7	0.050	3402.0
2.4100	0.050	0.001	-0.00	-0.05	750665.3	0.000437	690122.8	0.050	3402.3
2.4200	0.050	0.001	-0.00	-0.05	738267.5	0.000442	690125.9	0.050	3403.3
2.4300	0.050	0.001	-0.00	-0.05	725936.9	0.000447	690127.0	0.050	3403.0
2.4400	0.050	0.001	-0.00	-0.05	713333.5	0.000451	690130.0	0.050	3403.3
2.4500	0.050	0.001	-0.00	-0.05	701718.2	0.000456	690131.9	0.050	3407.8
2.4600	0.050	0.001	-0.00	-0.04	690332.9	0.000461	690133.8	0.050	3407.3
2.4700	0.050	0.000	-0.00	-0.04	678430.2	0.000465	690135.6	0.050	3411.0
2.4800	0.050	0.000	-0.00	-0.03	666974.5	0.000470	690137.2	0.050	3412.7
2.4900	0.050	0.000	-0.01	-0.03	655771.7	0.000475	690138.8	0.050	3414.5
2.5000	0.050	0.000	-0.01	-0.02	644839.7	0.000479	690140.3	0.050	3416.3
2.5100	0.050	0.000	-0.01	-0.01	634073.4	0.000483	690141.7	0.050	3418.1
2.5200	0.050	0.000	-0.01	-0.01	623644.9	0.000487	690142.9	0.050	3419.9
2.5300	0.050	0.000	-0.01	-0.01	613564.1	0.000491	690144.0	0.050	3421.7
2.5400	0.050	0.000	-0.01	0.00	603837.1	0.000494	690144.9	0.050	3423.5
2.5500	0.050	0.000	-0.01	0.01	594697.0	0.000497	690145.8	0.050	3425.0
2.5600	0.050	0.000	-0.01	0.01	586149.2	0.000499	690146.4	0.050	3426.9
2.5700	0.050	0.000	-0.01	0.02	578143.7	0.000502	690147.0	0.050	3428.4
2.5800	0.050	0.000	-0.01	0.02	570750.9	0.000504	690147.4	0.050	3429.9
2.5900	0.050	0.000	-0.01	0.03	563966.3	0.000505	690147.6	0.050	3431.3
2.6000	0.050	0.000	-0.01	0.03	557717.1	0.000506	690147.7	0.050	3432.5
2.6100	0.050	0.000	-0.00	0.03	552033.0	0.000507	690147.7	0.050	3433.7
2.6200	0.050	0.000	-0.00	0.03	546857.3	0.000507	690147.5	0.050	3434.7
2.6300	0.050	0.000	-0.00	0.04	542144.9	0.000507	690147.2	0.050	3435.6
2.6400	0.050	0.000	-0.00	0.04	537976.9	0.000507	690146.7	0.050	3436.3
2.6500	0.050	0.000	-0.00	0.04	534315.5	0.000506	690146.2	0.050	3436.9
2.6600	0.050	0.000	-0.00	0.04	531156.0	0.000505	690145.5	0.050	3437.4
2.6700	0.050	0.000	-0.00	0.04	528497.3	0.000503	690144.7	0.050	3437.8
2.6800	0.050	0.000	-0.00	0.04	526242.1	0.000501	690143.9	0.050	3438.0
2.6900	0.050	0.000	-0.00	0.04	524396.3	0.000499	690142.9	0.050	3438.1
2.7000	0.050	0.000	-0.00	0.04	522961.7	0.000497	690141.8	0.050	3438.3
2.7100	0.050	0.000	-0.00	0.04	521931.2	0.000494	690140.7	0.050	3438.0
2.7200	0.050	0.000	-0.00	0.04	521220.0	0.000491	690139.5	0.050	3437.8
2.7300	0.050	0.000	-0.00	0.04	520833.7	0.000488	690138.2	0.050	3437.4
2.7400	0.050	0.000	-0.00	0.04	520774.1	0.000485	690136.9	0.050	3437.0
2.7500	0.050	0.000	-0.00	0.03	520975.4	0.000482	690135.6	0.050	3436.4
2.7600	0.050	0.000	-0.00	0.03	521437.4	0.000478	690134.3	0.050	3435.8
2.7700	0.050	0.000	-0.00	0.03	522036.7	0.000475	690132.9	0.050	3435.1
2.7800	0.050	0.000	-0.00	0.03	522742.7	0.000472	690131.6	0.050	3434.3
2.7900	0.050	0.000	-0.00	0.03	523551.1	0.000468	690130.3	0.050	3433.5
2.8000	0.050	0.000	-0.00	0.02	524468.9	0.000465	690129.0	0.050	3432.6
2.8100	0.050	0.000	-0.00	0.02	525497.9	0.000462	690127.7	0.050	3431.7
2.8200	0.050	0.000	-0.00	0.02	526642.9	0.000458	690126.5	0.050	3430.7
2.8300	0.050	0.000	-0.00	0.02	527901.2	0.000455	690125.3	0.050	3429.7
2.8400	0.050	0.000	-0.00	0.01	529279.7	0.000452	690124.2	0.050	3428.7
2.8500	0.050	0.000	-0.00	0.01	530773.1	0.000450	690123.7	0.050	3427.6
2.8600	0.050	0.000	-0.00	0.01	532386.6	0.000447	690122.3	0.050	3426.6
2.8700	0.050	0.000	-0.00	0.01	534125.7	0.000445	690121.5	0.050	3425.5
2.8800	0.050	0.000	-0.00	0.01	535996.5	0.000443	690120.7	0.050	3424.5
2.8900	0.050	0.000	-0.00	0.00	538007.3	0.000441	690120.1	0.050	3423.4
2.9000	0.050	0.000	-0.00	0.00	540167.3	0.000439	690119.6	0.050	3422.4
2.9100	0.050	0.000	-0.00	0.00	542481.3	0.000438	690119.2	0.050	3421.5
2.9200	0.050	0.000	-0.00	0.00	544946.8	0.000437	690118.9	0.050	3420.5
2.9300	0.050	0.000	-0.00	0.00	547567.9	0.000436	690118.7	0.050	3419.5
2.9400	0.050	0.000	-0.01	0.00	550346.6	0.000435	690118.6	0.050	3418.6
2.9500	0.050	0.000	-0.02	0.00	553282.3	0.000435	690118.6	0.050	3417.4
2.9600	0.050	0.000	-0.02	0.00	556380.1	0.000434	690118.9	0.050	3416.7

2a. SIMULAÇÃO
ONDA SENOIDAL
(FREQUENCIA 10Hz)

SIMULACAO DA DINAMICA DE UMA RODA

CA SUSPENSAO PNEUMATICA

UNIDADES NO SIST. INT.

VELOCIDADE DO VEICULO= 10.0
INICIO DO RESCALDO= 0.1
COMPRIMENTO DO RESCALDO= 100.0

ALTURA DO DESSALTO= 0.050
TEMPO DE TERMINO= 5.0
INCREMENTO DE TEMPO= 0.0025
VISCOSIDADE DO PNEU= 50000.00

AMORTECIMENTO DO PNEU= 14.60
% QUANTO DA MASSA TOTAL DO VEICULO= 34.0
LITROS DO ATUADOR= 0.250

AV= 0.00000
F= 0.00000
RF= 135/5.0
DIAMETRO DO TUBO CAPILAR= 0.0010
VISCOSIDADE= 0.0000157

COMP. TUBO= 1.100
VOLUME INICIAL= 0.0010
PAT= 100000. PRESSAO INICIAL= 689500.

PRESSAO DO RESERVATORIO= 689500.0 VOLUME DO RESERVATORIO= 0.0015000

MASSA NA SUSPENSAO= 40.0
TEMPER. DO GASE= 273.0
MONT. AUX.= 5000.0
FREQUENCIA DE EXCITACAO= 10.0000

TEMPO	PERFIL	DESLOC.	VELLOC.	ACELER.	PRESSAO	VOLUME	PRESSAO	DESLOC.	FORÇA
	CJLH	M.SUSP.	M.SUSP.	M.SUSP.	ACEL.	PCL	A.SERV.	M.N.SUS.	
0.0000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000	3423.7
0.0100	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000000	0.000000	0.000	3423.7
0.0200	0.049	0.000	0.00	-0.44	1.02877	0.000000	0.000000	0.019	-7097.3
0.0300	0.049	0.000	0.00	-11.74	1.02877	0.000000	0.000000	0.000	-673.0
0.0400	0.049	0.000	0.00	-5.75	1.02877	0.000000	0.000000	0.004	1416.7
0.0500	0.049	0.000	0.00	-0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.007	3128.6
0.0600	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.004	4770.6
0.0700	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.009	6062.6
0.0800	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.015	6739.1
0.0900	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.021	7039.6
0.1000	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.027	7031.4
0.1100	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.010	-2773.7
0.1200	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.017	1599.0
0.1300	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.020	1817.4
0.1400	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.021	1691.3
0.1500	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.022	2777.5
0.1600	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.025	4242.5
0.1700	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.027	5557.4
0.1800	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.033	6469.7
0.1900	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.036	5077.3
0.2000	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.035	1939.2
0.2100	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.037	1453.3
0.2200	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.037	287.8
0.2300	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.039	429.6
0.2400	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.033	768.4
0.2500	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.039	2096.1
0.2600	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.038	3459.5
0.2700	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.041	4026.0
0.2800	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.044	5154.6
0.2900	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.045	4002.9
0.3000	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.049	1623.2
0.3100	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.048	1932.7
0.3200	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.044	407.9
0.3300	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.039	143.3
0.3400	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.034	793.3
0.3500	0.025	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.027	206.2
0.3600	0.010	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.027	5610.1
0.3700	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.028	4743.5
0.3800	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.031	5569.5
0.3900	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.034	5260.7
0.4000	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.036	4161.0
0.4100	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.035	2670.6
0.4200	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.032	1639.5
0.4300	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.026	713.2
0.4400	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.020	1330.9
0.4500	0.025	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.015	2360.0
0.4600	0.010	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.013	4132.1
0.4700	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.015	5538.0
0.4800	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.010	6138.0
0.4900	0.000	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.022	5816.1
0.5000	0.025	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.025	4670.5
0.5100	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.026	5169.9
0.5200	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.023	1072.4
0.5300	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.019	1297.1
0.5400	0.049	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.014	1663.0
0.5500	0.025	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.010	2850.9
0.5600	0.010	0.000	0.00	0.01	1.02877	0.000000	0.000000	0.009	4371.5

0.5700	0.001	0.014	-0.17	6.47	81033.7	0.004317	870501.1	0.011	5001.0
0.5800	0.001	0.014	-0.04	5.15	81040.7	0.004317	870498.7	0.016	6260.9
0.5900	0.010	0.014	0.03	7.10	90292.1	0.004198	870422.0	0.021	5702.4
0.6000	0.025	0.014	0.03	3.73	164312.1	0.003987	870453.0	0.025	4724.1
0.6100	0.040	0.015	0.09	-0.71	182250.3	0.003745	870417.4	0.026	3176.6
0.6200	0.049	0.016	0.05	-4.52	141252.5	0.003536	870384.0	0.024	1344.6
0.6300	0.047	0.016	0.00	-6.23	153775.6	0.003409	870361.7	0.020	1230.9
0.6400	0.040	0.016	-0.05	-5.33	157205.6	0.003378	870354.6	0.016	1564.5
0.6500	0.025	0.015	-0.07	-2.04	153072.5	0.003416	870353.8	0.013	2711.0
0.6600	0.017	0.014	-0.03	2.29	147774.3	0.003467	870364.9	0.013	4223.5
0.6700	0.001	0.014	-0.04	5.77	147224.1	0.003467	870362.6	0.015	5515.1
0.6800	0.001	0.014	0.04	7.63	157257.0	0.003369	870344.9	0.020	6005.3
0.6900	0.010	0.015	0.11	8.55	151503.5	0.003164	870307.2	0.025	5701.3
0.7000	0.025	0.016	0.15	3.15	120401.9	0.002880	870250.3	0.029	4022.5
0.7100	0.040	0.016	0.15	-1.31	273453.2	0.002576	870130.7	0.031	2957.8
0.7200	0.049	0.019	0.12	-5.13	332361.9	0.002319	870112.5	0.029	1625.8
0.7300	0.047	0.020	0.05	-6.75	327241.2	0.002157	870081.7	0.025	979.6
0.7400	0.040	0.020	-0.01	-3.01	354367.2	0.002103	870045.6	0.021	1327.7
0.7500	0.025	0.020	-0.05	-2.73	186524.4	0.002129	870052.7	0.015	2432.8
0.7600	0.010	0.019	-0.05	1.63	371771.7	0.002177	870066.4	0.017	4010.3
0.7700	0.001	0.017	-0.01	5.42	369931.5	0.002133	870067.0	0.020	5316.6
0.7800	0.001	0.017	0.05	7.10	355607.4	0.002101	870040.2	0.024	5971.1
0.7900	0.010	0.020	0.12	6.07	461342.3	0.001920	869977.5	0.029	5542.9
0.8000	0.025	0.022	0.16	2.74	380560.3	0.001670	8699377.2	0.033	4372.7
0.8100	0.040	0.023	0.16	-1.67	458324.6	0.001412	869749.7	0.034	2837.6
0.8200	0.049	0.025	0.17	-5.51	555322.7	0.001212	869627.6	0.032	1474.7
0.8300	0.047	0.025	0.05	-7.55	1381609.2	0.001120	869562.2	0.027	777.3
0.8400	0.040	0.025	-0.02	-6.53	1049712.1	0.001143	869509.9	0.023	1171.4
0.8500	0.025	0.025	-0.07	-3.05	720377.1	0.001246	869553.8	0.020	2352.5
0.8600	0.010	0.024	-0.07	1.47	776064.1	0.001367	869729.3	0.017	3742.6
0.8700	0.001	0.024	-0.03	5.23	733506.1	0.001442	869771.6	0.022	5266.8
0.8800	0.001	0.024	0.04	6.77	745435.9	0.001420	869763.2	0.026	5356.2
0.8900	0.010	0.025	0.10	7.93	846264.6	0.001315	869659.2	0.031	5509.3
0.9000	0.025	0.025	0.14	2.57	1057437.4	0.001137	869580.0	0.034	4362.3
0.9100	0.040	0.027	0.14	-1.76	1372007.7	0.000956	869429.8	0.035	2810.8
0.9200	0.047	0.029	0.13	-5.97	1655011.4	0.000841	869331.5	0.022	1347.4
0.9300	0.047	0.029	0.02	-3.07	157114.4	0.000836	869311.0	0.027	607.1
0.9400	0.040	0.029	-0.05	-6.73	1410067.3	0.000838	869422.3	0.023	1074.2
0.9500	0.025	0.028	-0.10	-2.92	1100216.2	0.001107	869571.5	0.020	2405.5
0.9600	0.010	0.027	-0.10	1.55	79134.4	0.001284	869696.1	0.020	3353.8
0.9700	0.001	0.026	-0.06	5.31	762124.0	0.001407	869770.0	0.027	5276.0
0.9800	0.001	0.026	0.01	6.94	737266.4	0.001438	869774.8	0.027	5844.6
0.9900	0.010	0.027	0.07	5.71	797654.5	0.001367	869747.6	0.031	3484.7
1.0000	0.025	0.029	0.11	2.55	740606.2	0.001223	869661.6	0.034	4323.4
1.0100	0.040	0.029	0.11	-1.73	1146152.9	0.001082	869555.5	0.035	2767.1
1.0200	0.047	0.030	0.07	-5.91	1294552.9	0.000994	869482.9	0.032	1362.7
1.0300	0.047	0.030	-0.01	-7.73	1266533.9	0.000908	869498.1	0.029	798.4
1.0400	0.040	0.030	-0.03	-6.53	1070130.2	0.001128	869597.5	0.023	1145.0
1.0500	0.025	0.028	-0.12	-2.33	346335.3	0.001316	869726.3	0.020	3415.9
1.0600	0.010	0.027	-0.12	1.62	67951.9	0.001514	869836.5	0.019	3289.1
1.0700	0.001	0.026	-0.03	5.37	345224.7	0.001661	869905.5	0.021	3296.2
1.0800	0.001	0.025	-0.02	7.03	557470.5	0.001712	869927.4	0.025	3677.2
1.0900	0.010	0.026	0.05	6.01	386234.6	0.001660	869904.3	0.030	5522.0
1.1000	0.025	0.027	0.09	2.63	665025.9	0.001535	869845.2	0.033	3559.7
1.1100	0.040	0.028	0.09	-1.73	773152.7	0.001395	869771.5	0.033	3819.2
1.1200	0.047	0.029	0.05	-5.63	350527.9	0.001305	869719.4	0.031	1463.6
1.1300	0.049	0.028	-0.02	-7.37	349301.8	0.001313	869724.4	0.026	351.5
1.1400	0.040	0.028	-0.09	-6.25	748747.0	0.001423	869789.0	0.021	1243.2
1.1500	0.025	0.027	-0.13	-2.73	615952.5	0.001605	869860.7	0.018	1462.3
1.1600	0.010	0.025	-0.13	1.75	514044.7	0.001799	869963.5	0.017	3333.1

1.1760	0.001	0.024	-0.02	5.52	452451.2	0.001742	690016.5	0.017	5551.2
1.1763	0.001	0.024	-0.02	7.21	434027.2	0.001939	690031.2	0.023	5541.6
1.1769	0.013	0.024	0.00	6.29	457657.1	0.001929	690009.9	0.020	5531.2
1.1769	0.025	0.025	0.02	2.97	512335.1	0.001772	690157.2	0.031	5425.1
1.1769	0.040	0.026	0.00	-1.54	599553.0	0.001637	690351.0	0.032	2346.6
1.1770	0.049	0.026	0.00	-5.37	563717.5	0.001529	690433.7	0.033	1942.5
1.1783	0.049	0.025	-0.02	-7.13	678933.7	0.001515	690432.4	0.025	235.0
1.1783	0.049	0.026	-0.00	-6.33	496309.3	0.001503	690474.9	0.020	1397.6
1.1790	0.025	0.025	-0.12	-2.62	511711.7	0.001703	690544.0	0.017	2511.0
1.1790	0.031	0.023	-0.12	1.84	545071.3	0.001236	690609.4	0.016	4156.7
1.1790	0.031	0.022	-0.00	2.92	610351.1	0.001235	690650.4	0.016	5334.1
1.1790	0.001	0.022	-0.01	7.31	401451.5	0.001203	690657.6	0.023	273.6
1.1790	0.010	0.022	0.00	6.79	495713.0	0.001202	690672.5	0.027	5517.2
1.1800	0.025	0.023	0.10	2.79	595352.0	0.001843	690711.2	0.031	5451.6
1.1810	0.040	0.024	0.13	-1.47	522244.1	0.001608	690707.7	0.037	211.4
1.1820	0.049	0.025	0.00	-5.32	663726.1	0.001536	690716.6	0.029	1566.7
1.1830	0.049	0.025	-0.00	-7.13	509142.2	0.001500	690719.0	0.025	740.2
1.1840	0.040	0.025	-0.07	-6.06	642312.5	0.001538	690722.5	0.020	1307.3
1.1850	0.025	0.024	-0.11	-2.53	535229.3	0.001702	690915.6	0.017	2506.6
1.1850	0.010	0.023	-0.11	1.03	484303.3	0.001804	690727.0	0.016	4160.7
1.1860	0.001	0.022	-0.07	5.53	442333.1	0.001963	690744.2	0.019	5375.3
1.1860	0.001	0.022	0.00	7.79	431743.3	0.001973	690761.5	0.023	5963.0
1.1860	0.013	0.022	0.07	6.79	477343.1	0.001981	690760.9	0.026	5036.6
1.1860	0.025	0.023	0.11	2.71	529351.1	0.001709	690911.9	0.031	4432.8
1.1860	0.049	0.024	0.12	-1.51	774332.2	0.001521	690924.7	0.032	2995.6
1.1870	0.049	0.025	0.00	-5.37	483311.0	0.001343	690751.0	0.030	1543.1
1.1880	0.049	0.025	0.01	-7.72	511272.7	0.001341	690757.2	0.025	295.6
1.1880	0.049	0.025	-0.00	-6.13	763444.3	0.001405	690764.6	0.021	1255.5
1.1880	0.025	0.024	-0.10	-2.71	654556.0	0.001543	690736.0	0.013	7477.0
1.1880	0.010	0.023	-0.13	1.73	557233.6	0.001694	690906.8	0.017	4327.2
1.1880	0.001	0.022	-0.06	9.59	519437.9	0.001726	690747.4	0.011	5335.0
1.1880	0.001	0.022	0.01	7.71	511932.5	0.001806	690743.7	0.024	5232.1
1.1890	0.010	0.023	0.08	6.12	596353.0	0.001707	690902.4	0.029	5362.3
1.1900	0.025	0.024	0.12	2.35	683540.7	0.001537	690733.0	0.032	4417.4
1.1910	0.040	0.025	0.12	-1.53	712351.9	0.001355	690732.2	0.033	2371.6
1.1920	0.049	0.026	0.00	-9.59	748510.0	0.001221	690710.1	0.030	1504.5
1.1930	0.049	0.026	0.01	-7.37	257673.9	0.001139	690729.1	0.026	551.7
1.1940	0.049	0.026	-0.00	-6.33	700721.0	0.001264	690806.2	0.021	1223.4
1.1950	0.025	0.025	-0.10	-2.73	753305.0	0.001411	690762.7	0.012	2456.4
1.1950	0.010	0.024	-0.13	1.72	546751.3	0.001571	690851.1	0.010	4022.5
1.1960	0.001	0.023	-0.06	5.49	573652.5	0.001681	690901.0	0.020	5336.2
1.1960	0.001	0.023	0.01	7.13	566327.4	0.001626	690907.2	0.026	5270.4
1.1970	0.013	0.024	0.00	6.13	517215.7	0.001605	690907.4	0.029	5233.5
1.1980	0.025	0.025	0.12	2.35	727253.7	0.001447	690767.3	0.033	4335.9
1.1980	0.049	0.025	0.12	-1.53	625468.5	0.001274	690806.3	0.033	262.4
1.1980	0.049	0.027	0.00	-2.53	1033525.3	0.001154	690901.0	0.041	1477.4
1.1990	0.049	0.027	0.01	-7.43	1070575.2	0.001135	690902.7	0.028	811.2
1.1990	0.040	0.027	-0.06	-6.33	74710.2	0.001221	690659.5	0.022	1205.7
1.1990	0.025	0.026	-0.11	-2.72	730511.2	0.001379	690754.5	0.018	2449.1
1.1990	0.013	0.025	-0.11	1.71	654752.1	0.001549	690844.4	0.013	6016.2
1.1990	0.001	0.024	-0.06	5.47	531727.4	0.001669	690859.4	0.020	5371.2
1.1990	0.001	0.024	0.00	7.14	567252.9	0.001693	690902.8	0.020	5914.5
1.1990	0.013	0.024	0.07	6.11	513857.2	0.001613	690873.8	0.029	5556.5
1.1990	0.025	0.025	0.11	2.73	713432.5	0.001461	690755.5	0.033	4393.0
1.1990	0.049	0.026	0.11	-1.53	566113.0	0.001296	690704.0	0.033	2346.0
1.1990	0.049	0.027	0.07	-2.53	774702.8	0.001184	690630.4	0.031	1476.3
1.1990	0.049	0.028	-0.00	-7.43	1012125.7	0.001179	690622.1	0.026	533.3
1.1990	0.049	0.027	-0.07	-6.33	701257.3	0.001262	690625.8	0.027	1217.1
1.1990	0.025	0.026	-0.11	-2.73	747253.7	0.001425	690753.3	0.013	2655.0
1.1990	0.013	0.025	-0.11	1.72	6215272.0	0.001601	690711.2	0.010	4022.7

1.7700	0.001	0.024	-0.07	5.45	0.001725	0.0926.5	0.020	5330.1
1.7700	0.001	0.024	-0.00	7.15	0.001754	0.0933.0	0.024	5320.3
1.7700	0.010	0.024	-0.00	5.15	0.001679	0.0900.7	0.020	5563.0
1.7700	0.025	0.025	-0.11	3.77	0.001550	0.0703.1	0.030	4399.4
1.7700	0.040	0.025	-0.11	1.63	0.001367	0.0774.6	0.035	2854.2
1.7700	0.040	0.027	-0.05	-5.53	0.001255	0.0689.5	0.031	1493.7
1.7700	0.040	0.027	-0.03	-7.35	0.001241	0.06972.0	0.043	350.9
1.7700	0.040	0.027	-0.07	-5.25	0.001331	0.07729.3	0.021	1250.2
1.7700	0.025	0.025	-0.11	-2.74	0.001435	0.09320.1	0.015	2450.3
1.7700	0.010	0.025	-0.11	1.74	0.001630	0.09002.0	0.017	4031.2
1.7700	0.001	0.024	-0.07	5.01	0.001721	0.09354.2	0.020	5340.1
1.7700	0.001	0.023	-0.00	7.19	0.001823	0.09964.7	0.024	5932.0
1.7700	0.010	0.024	-0.00	6.17	0.001743	0.09333.3	0.020	5575.6
1.7700	0.025	0.025	-0.11	2.73	0.001922	0.09666.2	0.030	4410.2
1.7700	0.040	0.025	-0.11	-1.60	0.001625	0.07701.2	0.033	3540.1
1.7700	0.040	0.027	-0.00	-5.45	0.001309	0.07714.0	0.030	1511.4
1.7700	0.040	0.027	-0.00	-7.27	0.001392	0.07703.7	0.040	275.0
1.7700	0.040	0.025	-0.07	-6.22	0.001346	0.07755.6	0.021	1055.3
1.7700	0.025	0.025	-0.11	-3.72	0.001533	0.09332.0	0.010	7474.1
1.7700	0.010	0.024	-0.00	1.75	0.001703	0.09971.0	0.017	4057.1
1.7700	0.001	0.023	-0.07	5.53	0.001823	0.09365.3	0.010	5352.3
1.7700	0.001	0.023	-0.00	7.21	0.001847	0.09974.4	0.024	5939.2
1.7700	0.010	0.023	-0.06	6.12	0.001767	0.09941.9	0.020	5520.1
1.7700	0.025	0.024	-0.11	2.75	0.001611	0.09373.9	0.030	4417.8
1.7700	0.040	0.025	-0.11	-1.75	0.001449	0.07750.4	0.037	3772.0
1.7700	0.040	0.026	-0.07	-5.45	0.001317	0.07719.7	0.035	1511.4
1.7700	0.040	0.027	-0.00	-7.27	0.001255	0.07705.7	0.025	353.2
1.7700	0.010	0.025	-0.07	5.01	0.001346	0.07754.7	0.021	1250.2
1.7700	0.001	0.025	-0.11	-2.72	0.001529	0.09336.6	0.010	7474.1
1.7700	0.010	0.024	-0.11	1.74	0.001625	0.09371.3	0.017	4057.1
1.7700	0.025	0.023	-0.07	5.53	0.001817	0.09360.2	0.010	5352.3
1.7700	0.040	0.023	-0.00	7.21	0.001832	0.09977.0	0.024	5939.2
1.7700	0.040	0.025	-0.07	5.17	0.001743	0.09333.3	0.020	5575.6
1.7700	0.025	0.024	-0.11	2.75	0.001597	0.09372.0	0.030	4417.8
1.7700	0.040	0.025	-0.11	-1.75	0.001415	0.07774.2	0.033	3772.0
1.7700	0.040	0.026	-0.07	-5.47	0.001292	0.07702.5	0.030	1514.0
1.7700	0.040	0.027	-0.00	-7.25	0.001267	0.07657.1	0.026	353.2
1.7700	0.040	0.026	-0.07	-6.22	0.001247	0.07735.5	0.021	1055.3
1.7700	0.025	0.025	-0.11	-2.73	0.001429	0.09326.7	0.010	5352.3
1.7700	0.010	0.024	-0.11	1.72	0.001664	0.09303.8	0.017	4033.0
1.7700	0.001	0.023	-0.00	5.45	0.001779	0.09346.7	0.020	5340.1
1.7700	0.001	0.023	-0.00	7.17	0.001799	0.09353.9	0.024	5354.0
1.7700	0.010	0.023	-0.07	5.17	0.001713	0.09310.5	0.020	5575.6
1.7700	0.025	0.024	-0.11	2.73	0.001554	0.09346.0	0.030	4417.8
1.7700	0.040	0.024	-0.11	-1.60	0.001381	0.07754.7	0.033	3540.1
1.7700	0.040	0.025	-0.07	-5.53	0.001259	0.06893.1	0.030	1511.4
1.7700	0.040	0.027	-0.00	-7.35	0.001235	0.06950.3	0.027	353.2
1.7700	0.025	0.025	-0.07	-5.25	0.001316	0.07717.0	0.021	1055.3
1.7700	0.010	0.025	-0.11	-2.72	0.001467	0.09306.2	0.010	7474.1
1.7700	0.001	0.024	-0.11	1.74	0.001636	0.09007.0	0.017	4031.2
1.7700	0.001	0.023	-0.07	5.01	0.001752	0.09353.0	0.020	5340.1
1.7700	0.001	0.023	-0.00	7.15	0.001772	0.09364.5	0.024	5320.3
1.7700	0.010	0.024	-0.07	6.10	0.001670	0.09009.1	0.020	5575.6
1.7700	0.025	0.025	-0.11	2.72	0.001633	0.09003.0	0.030	4410.2
1.7700	0.040	0.023	-0.11	-1.60	0.001361	0.07744.1	0.033	3540.1
1.7700	0.040	0.023	-0.07	-5.51	0.001242	0.06950.6	0.030	1511.4
1.7700	0.040	0.023	-0.07	-7.35	0.001220	0.06967.7	0.027	353.2
1.7700	0.040	0.026	-0.07	-6.27	0.001304	0.07717.4	0.023	1055.3
1.7700	0.025	0.025	-0.11	-2.72	0.001463	0.09306.2	0.010	7474.1
1.7700	0.010	0.024	-0.11	1.73	0.001679	0.09004.5	0.017	4031.2

2.3700	0.001	0.324	-0.07	5.50	53957.20	0.001747	609935.2	0.000	5343.0
2.3800	0.001	0.323	0.00	7.11	528173.4	0.001770	609944.0	0.024	5920.0
2.3900	0.010	0.324	0.07	6.10	570455.5	0.001688	609909.3	0.029	5971.2
2.4000	0.025	0.325	0.11	2.22	556143.1	0.001533	609837.1	0.032	4400.6
2.4100	0.040	0.325	0.11	-1.01	500924.4	0.001363	609746.2	0.033	2651.1
2.4200	0.040	0.327	0.07	-5.52	420677.4	0.001245	609624.0	0.030	1400.5
2.4300	0.040	0.327	0.03	-7.55	343517.9	0.001225	609601.8	0.005	255.9
2.4400	0.040	0.327	-0.07	-5.77	250063.0	0.001311	609717.5	0.021	1235.2
2.4500	0.025	0.326	-0.11	-2.75	131127.4	0.001408	609607.1	0.019	2463.0
2.4600	0.010	0.324	-0.11	1.74	598747.3	0.001638	609899.6	0.017	4327.5
2.4700	0.001	0.324	-0.07	3.53	534715.1	0.001757	609940.5	0.020	5343.9
2.4800	0.001	0.323	-0.00	7.10	522311.5	0.001721	609949.6	0.024	5929.1
2.4900	0.010	0.324	0.07	6.10	503403.1	0.001701	609915.7	0.029	5972.4
2.5000	0.020	0.325	0.11	2.32	506533.2	0.001547	609844.7	0.032	4407.7
2.5100	0.040	0.325	0.11	-1.01	427773.5	0.001370	609755.4	0.033	2652.5
2.5200	0.040	0.327	0.07	-5.51	364188.5	0.001260	609634.4	0.030	1501.6
2.5300	0.040	0.327	-0.03	-7.54	280533.1	0.001240	609623.0	0.005	256.0
2.5400	0.040	0.327	-0.07	-5.20	196747.9	0.001326	609727.0	0.021	1239.5
2.5500	0.025	0.325	-0.11	-2.74	702773.6	0.001403	609815.3	0.019	2465.5
2.5600	0.010	0.324	-0.11	1.74	570367.1	0.001523	609902.7	0.017	4331.3
2.5700	0.001	0.323	-0.07	3.51	524740.9	0.001722	609946.9	0.020	5346.0
2.5800	0.001	0.323	-0.00	7.10	515751.3	0.001706	609915.9	0.024	5931.4
2.5900	0.010	0.324	0.07	6.10	506547.3	0.001710	609922.3	0.029	5974.5
2.6000	0.020	0.325	0.11	2.33	447173.5	0.001501	609815.0	0.032	4410.0
2.6100	0.040	0.325	0.11	-1.00	375747.0	0.001331	609763.0	0.033	2652.1
2.6200	0.040	0.327	0.07	-5.50	300185.1	0.001273	609652.9	0.030	1505.0
2.6300	0.040	0.327	-0.03	-7.53	212770.3	0.001292	609630.4	0.005	256.5
2.6400	0.040	0.327	-0.07	-5.20	125773.9	0.001336	609733.0	0.021	1243.1
2.6500	0.025	0.325	-0.11	-2.74	694967.1	0.001443	609820.5	0.012	2460.2
2.6600	0.010	0.323	-0.11	1.74	525171.2	0.001602	609900.3	0.017	4332.7
2.6700	0.001	0.323	-0.07	3.51	527073.0	0.001700	609902.4	0.020	5347.5
2.6800	0.001	0.324	-0.00	7.10	511041.3	0.001604	609953.0	0.024	5933.8
2.6900	0.010	0.324	0.07	6.10	502172.2	0.001722	609925.2	0.029	5970.5
2.7000	0.020	0.325	0.11	2.33	443431.3	0.001506	609845.8	0.032	4411.7
2.7100	0.040	0.325	0.11	-1.00	371776.0	0.001326	609766.2	0.033	2650.8
2.7200	0.040	0.327	0.07	-5.49	280770.5	0.001277	609655.3	0.030	1507.4
2.7300	0.040	0.327	0.00	-7.52	195070.7	0.001295	609632.1	0.005	256.6
2.7400	0.040	0.325	-0.07	-5.20	124747.1	0.001330	609734.7	0.021	1244.0
2.7500	0.025	0.325	-0.11	-2.74	694772.4	0.001493	609820.9	0.012	2460.0
2.7600	0.010	0.324	-0.11	1.73	509772.5	0.001601	609900.8	0.017	4332.9
2.7700	0.001	0.323	-0.07	3.51	523551.0	0.001722	609950.0	0.020	5347.8
2.7800	0.001	0.323	-0.00	7.10	512777.0	0.001702	609902.3	0.024	5935.4
2.7900	0.010	0.324	0.07	6.10	503517.9	0.001719	609924.1	0.029	5970.7
2.8000	0.020	0.324	0.11	2.33	445073.4	0.001506	609845.2	0.032	4411.5
2.8100	0.040	0.325	0.11	-1.00	372773.0	0.001327	609763.9	0.033	2650.7
2.8200	0.040	0.327	0.07	-5.49	291103.5	0.001272	609652.4	0.030	1500.5
2.8300	0.040	0.327	0.00	-7.53	215611.6	0.001290	609673.5	0.005	257.2
2.8400	0.040	0.325	-0.07	-5.20	125532.0	0.001333	609731.6	0.021	1242.0
2.8500	0.025	0.325	-0.11	-2.74	694433.3	0.001403	609812.0	0.012	2457.7
2.8600	0.010	0.324	-0.11	1.74	530022.7	0.001505	609895.7	0.017	4332.0
2.8700	0.001	0.323	-0.07	3.51	526536.0	0.001723	609947.5	0.020	5347.0
2.8800	0.001	0.323	0.00	7.10	515710.7	0.001725	609952.7	0.024	5932.5
2.8900	0.010	0.324	0.07	6.10	504277.0	0.001712	609921.2	0.029	5975.5
2.9000	0.020	0.325	0.11	2.33	446419.2	0.001506	609849.2	0.032	4411.0
2.9100	0.040	0.325	0.11	-1.00	372511.2	0.001325	609763.1	0.033	2650.7
2.9200	0.040	0.327	0.07	-5.49	290011.6	0.001265	609648.1	0.030	1502.1
2.9300	0.040	0.327	0.00	-7.53	213772.9	0.001293	609674.6	0.005	254.7
2.9400	0.040	0.325	-0.07	-5.20	125531.0	0.001320	609727.9	0.021	1247.0
2.9500	0.025	0.325	-0.11	-2.74	693167.4	0.001441	609819.1	0.012	2459.0
2.9600	0.010	0.324	-0.11	1.74	540749.2	0.001649	609929.3	0.017	4331.4

3a. SIMULAÇÃO
ONDA SENOIDAL
(FREQUÊNCIA 1 Hz)

SIMULACAO DE DINAMICA DE UMA RODA
DA SUSPENSÃO ELASTICA

UNIDADES NO SIST. INT.

VELOCIDADE DO VEICULO= 10.0
INICIO DO PULSALTO= 0.1
COMPRIMENTO DO PULSALTO= 100.1

ALTURA DO PULSALTO= 0.050
TEMPO DE TERMINO= 5.0
INCREMENTO DE TEMPO= 0.0025
VALOR DE PNEU= 50000.00

AMORT. COEFICIENTE DO PNEU= 14.60
QUANTO DA MASSA TOTAL DO VEICULO= 549.
ALTURA DO ATJADOR= 0.267

AV= 0.00550
AF= 0.00574
XF= 13675.0
DIAMETRO DO TUBO CAPILAR= 0.0015
VISCOSIDADE= 0.0000157

COMP. TUBO= 1.150
VOLUME INICIAL= 0.0015
P1= 10000.0 P2, 55.0 INICIAL= 0.00500

PRESSAO DE RESERVATORIO= 0.00500 VOLUME DO RESERVATORIO= 0.001500

MASSA NA SUSPENSÃO= 40.0
TEMPO DO G.S.= 270.0
VALOR AUX.= 5000.0
FREQUENCIA DE EXCITACAO= 1.00000

TEMPD	PROFIL	DESLDCA	VELDCA	ACELDCA	PRESSAD	VOLUME	PRESSAD	DESLDCA	FORCA
0.0000	0.000	M.SUSP.	M.SUSP.	M.SUSP.	40L	MLL	RESTRY.	M.N.SUS.	
0.0100	0.000	0.000	0.00	0.00	089500.0	0.0001500	089500.0	0.000	3423.7
0.0200	0.000	0.000	0.00	0.00	089500.0	0.0001500	089500.0	0.000	3423.7
0.0300	0.000	0.000	0.14	-20.73	105640.0	0.0001138	089277.5	0.010	-3870.2
0.0400	0.000	0.000	0.07	-1.77	107071.4	0.0001045	089280.7	0.006	7804.7
0.0500	0.000	0.000	0.00	0.00	103350.0	0.0000974	089145.1	0.007	4240.1
0.0600	0.000	0.000	0.11	3.91	105770.7	0.0000877	089051.2	0.010	4543.5
0.0700	0.000	0.000	0.15	3.47	105255.0	0.0000751	088905.7	0.017	4633.1
0.0800	0.000	0.000	0.10	3.77	104070.3	0.0000668	088652.2	0.014	4745.6
0.0900	0.000	0.000	0.23	4.30	104500.0	0.0000466	088400.1	0.016	4722.8
0.1000	0.000	0.000	0.27	3.77	104500.0	0.0000355	088073.5	0.016	4735.2
0.1100	0.000	0.000	0.29	3.77	104000.0	0.0000100	087805.9	0.017	3727.7
0.1200	0.000	0.000	0.30	1.56	107850.0	0.0000203	087803.7	0.018	3763.1
0.1300	0.000	0.000	0.32	3.17	104200.0	0.0000268	087754.0	0.022	4531.5
0.1400	0.000	0.000	0.35	2.37	101100.0	0.0000201	087685.8	0.025	4249.6
0.1500	0.000	0.000	0.37	1.78	103050.0	0.0000240	087655.3	0.028	4044.4
0.1600	0.000	0.000	0.39	1.70	102561.3	0.0000232	087636.5	0.032	4010.5
0.1700	0.000	0.000	0.40	1.22	107080.0	0.0000225	087629.7	0.036	3651.1
0.1800	0.000	0.000	0.41	0.32	107970.0	0.0000221	087638.2	0.040	3710.4
0.1900	0.000	0.000	0.42	0.40	111760.0	0.0000219	087659.4	0.044	3663.5
0.2000	0.000	0.000	0.42	-0.06	112354.0	0.0000218	087653.3	0.048	3402.4
0.2100	0.000	0.000	0.42	-0.50	111732.0	0.0000217	087719.7	0.052	3243.2
0.2200	0.000	0.000	0.41	-0.93	107899.0	0.0000221	087759.1	0.056	3030.1
0.2300	0.000	0.000	0.39	-1.43	103860.0	0.0000226	087680.4	0.060	2915.0
0.2400	0.000	0.000	0.35	-1.70	102600.0	0.0000230	087950.6	0.064	2760.5
0.2500	0.000	0.000	0.30	-2.34	97361.0	0.0000241	088044.8	0.067	2607.9
0.2600	0.000	0.000	0.33	-2.70	91036.0	0.0000253	088151.2	0.071	2463.6
0.2700	0.000	0.000	0.30	-3.13	85807.0	0.0000269	088270.0	0.074	2330.3
0.2800	0.000	0.000	0.27	-3.43	79327.0	0.0000289	88401.7	0.076	2210.7
0.2900	0.000	0.000	0.23	-3.77	67791.0	0.0000314	88454.5	0.079	2107.6
0.3000	0.000	0.000	0.19	-4.01	58439.0	0.0000340	88570.6	0.080	2023.9
0.3100	0.000	0.000	0.15	-4.19	49563.0	0.0000371	888079.5	0.082	1951.6
0.3200	0.000	0.000	0.11	-4.33	40580.0	0.0000447	889057.6	0.082	1871.5
0.3300	0.000	0.000	0.05	-4.36	33037.0	0.0000521	889248.3	0.082	1792.5
0.3400	0.000	0.000	0.02	-4.33	25920.0	0.0000616	889443.3	0.082	1701.7
0.3500	0.000	0.000	-0.02	-4.32	19014.0	0.0000738	889637.3	0.081	1616.2
0.3600	0.000	0.000	-0.07	-4.24	13176.0	0.0000872	889824.6	0.079	1544.7
0.3700	0.000	0.000	-0.11	-4.11	11394.0	0.0001000	890000.3	0.076	1477.7
0.3800	0.000	0.000	-0.15	-3.94	9180.0	0.0001310	890101.0	0.073	1407.7
0.3900	0.000	0.000	-0.19	-3.73	7180.0	0.0001577	890305.0	0.070	1333.0
0.4000	0.000	0.000	-0.22	-3.43	4780.0	0.0001801	890433.3	0.066	1261.5
0.4100	0.000	0.000	-0.25	-3.17	3580.0	0.0002221	890545.1	0.062	1193.7
0.4200	0.000	0.000	-0.27	-2.84	27050.0	0.0002573	890642.6	0.058	1124.0
0.4300	0.000	0.000	-0.31	-2.50	2030.0	0.0002922	890727.3	0.054	1050.9
0.4400	0.000	0.000	-0.33	-2.19	1533.0	0.0003413	890800.8	0.050	977.4
0.4500	0.000	0.000	-0.33	-1.83	1143.0	0.0003851	890864.7	0.046	904.0
0.4600	0.000	0.000	-0.37	-1.46	8390.0	0.0004362	890920.2	0.042	831.6
0.4700	0.000	0.000	-0.39	-1.19	5970.0	0.0004759	890988.5	0.038	759.7
0.4800	0.000	0.000	-0.39	-0.91	4072.0	0.0005219	891010.0	0.034	684.1
0.4900	0.000	0.000	-0.40	-0.51	2578.0	0.0005676	891047.3	0.030	607.0
0.5000	0.000	0.000	-0.40	-0.22	1267.0	0.0006127	891079.3	0.027	534.6
0.5100	0.000	0.000	-0.40	0.00	230.0	0.0006567	891107.2	0.023	463.9
0.5200	0.000	0.000	-0.40	0.27	-617.0	0.0006953	891131.5	0.020	395.5
0.5300	0.000	0.000	-0.39	0.52	-1372.0	0.0007401	891152.6	0.017	320.4
0.5400	0.000	0.000	-0.39	0.72	-1921.0	0.0007790	891170.9	0.014	247.0
0.5500	0.000	0.000	-0.33	0.91	-2410.0	0.0008156	891186.7	0.011	174.0
0.5600	0.000	0.000	-0.37	1.07	-2839.0	0.0008497	891200.2	0.008	107.7
0.5700	0.000	0.000	-0.36	1.22	-11916.0	0.0008812	891211.7	0.006	34.0

0.5700	0.014	0.015	-0.34	1.34	-3421.2	0.009100	691221.3	0.004	3022.1
0.5700	0.013	0.012	-0.33	1.43	-37465.4	0.007358	691229.2	0.002	3929.6
0.5700	0.017	0.019	-0.32	1.54	-35433.7	0.005508	691235.6	-0.000	3961.1
0.5700	0.010	0.016	-0.30	1.61	-41139.3	0.007737	691240.5	-0.002	3976.2
0.5700	0.007	0.013	-0.29	1.67	-42921.4	0.009957	691244.0	-0.004	4007.3
0.5700	0.009	0.010	-0.27	1.72	-43616.5	0.010096	691246.4	-0.005	4022.9
0.5700	0.007	-0.013	-0.25	1.75	-44639.7	0.010205	691247.5	-0.006	4034.0
0.5700	0.005	-0.015	-0.23	1.77	-45745.5	0.010295	691247.6	-0.007	4041.0
0.5700	0.003	-0.017	-0.21	1.79	-45417.5	0.010336	691248.6	-0.008	4044.3
0.5700	0.004	-0.017	-0.20	1.79	-45777.7	0.010359	691244.6	-0.007	4044.4
0.5700	0.003	-0.011	-0.19	1.77	-45561.0	0.010354	691241.6	-0.010	4041.5
0.5700	0.007	-0.013	-0.16	1.76	-45307.4	0.010323	691237.7	-0.010	4036.2
0.5700	0.007	-0.014	-0.14	1.73	-44712.1	0.010266	691232.9	-0.011	4028.7
0.5700	0.001	-0.015	-0.13	1.71	-44755.4	0.010105	691227.2	-0.011	4019.4
0.5700	0.001	-0.017	-0.11	1.63	-43435.1	0.010000	691220.6	-0.011	4008.5
0.5700	0.003	-0.018	-0.09	1.54	-42446.2	0.009553	691213.7	-0.011	3996.5
0.5700	0.003	-0.018	-0.08	1.60	-41330.9	0.009665	691204.2	-0.011	3983.3
0.5700	0.003	-0.019	-0.06	1.56	-39791.5	0.009637	691195.6	-0.011	3965.6
0.5700	0.000	-0.020	-0.04	1.52	-38134.9	0.009451	691185.4	-0.011	3955.5
0.5700	0.007	-0.020	-0.03	1.44	-36222.5	0.009246	691174.4	-0.010	3941.0
0.5700	0.003	-0.020	-0.02	1.44	-34039.4	0.009025	691162.4	-0.010	3926.3
0.5700	0.003	-0.020	-0.00	1.40	-31555.1	0.008789	691151.4	-0.009	3911.5
0.5700	0.001	-0.020	0.01	1.36	-28749.9	0.008539	691135.3	-0.009	3896.2
0.5700	0.001	-0.020	0.03	1.31	-25569.6	0.008274	691120.2	-0.003	3882.2
0.5700	0.002	-0.020	0.04	1.27	-21973.5	0.007993	691103.5	-0.007	3867.5
0.5700	0.002	-0.019	0.05	1.23	-17902.4	0.007711	691086.2	-0.006	3853.6
0.5700	0.003	-0.019	0.06	1.19	-13205.4	0.007413	691067.4	-0.005	3837.7
0.5700	0.004	-0.018	0.07	1.15	-8735.5	0.007106	691047.0	-0.004	3820.1
0.5700	0.005	-0.017	0.09	1.11	-2044.9	0.006790	691025.0	-0.003	3802.7
0.5700	0.005	-0.016	0.10	1.07	4320.7	0.006466	691001.2	-0.001	3789.5
0.5700	0.007	-0.015	0.11	1.04	12730.4	0.006136	690975.4	-0.000	3776.5
0.5700	0.008	-0.014	0.12	1.00	21979.2	0.005799	690947.4	0.001	3763.6
0.5700	0.007	-0.013	0.13	0.97	32604.5	0.005458	690916.8	0.003	3750.9
0.5700	0.010	-0.011	0.14	0.93	45908.6	0.005111	690883.3	0.004	3738.2
0.5700	0.012	-0.010	0.15	0.89	60142.6	0.004762	690846.5	0.006	3735.7
0.5700	0.013	-0.008	0.16	0.86	76707.0	0.004409	690805.6	0.007	3722.1
0.5700	0.014	-0.007	0.16	0.82	100147.9	0.004054	690760.1	0.009	3710.7
0.5700	0.016	-0.005	0.17	0.79	127791.4	0.003699	690709.9	0.011	3698.6
0.5700	0.017	-0.003	0.18	0.75	161477.9	0.003342	690650.7	0.012	3686.9
0.5700	0.019	-0.002	0.19	0.71	205432.6	0.002967	690583.9	0.014	3676.0
0.5700	0.020	0.000	0.19	0.67	263633.6	0.002633	690506.1	0.016	3667.0
0.5700	0.022	0.002	0.20	0.64	343032.6	0.002293	690413.9	0.018	3661.2
0.5700	0.023	0.014	0.21	0.60	455022.3	0.001937	690302.1	0.019	3652.0
1.0000	0.025	0.017	0.21	0.57	624592.0	0.001599	690163.0	0.021	3646.6
1.0100	0.027	0.019	0.22	0.53	844562.2	0.001271	689983.8	0.023	3641.8
1.0200	0.028	0.011	0.23	0.49	1366073.2	0.000960	689743.4	0.024	3641.2
1.0300	0.030	0.013	0.25	0.45	2222035.7	0.000677	689407.7	0.025	3643.6
1.0400	0.031	0.016	0.25	0.41	4113343.5	0.000447	688947.6	0.025	3644.7
1.0500	0.033	0.017	0.30	0.47	5749576.7	0.000314	688506.7	0.022	3645.1
1.0600	0.034	0.022	0.27	-0.91	7600934.1	0.000294	688439.1	0.021	3659.6
1.0700	0.036	0.025	0.27	1.69	7205039.7	0.000300	688481.3	0.024	3651.6
1.0800	0.037	0.027	0.29	2.32	7615941.7	0.000208	688459.6	0.027	3653.6
1.0900	0.033	0.030	0.31	0.00	1077137.8	0.000276	688426.3	0.030	3621.0
1.1000	0.040	0.033	0.31	0.65	3319364.9	0.000271	688424.2	0.033	3650.5
1.1100	0.041	0.037	0.32	0.67	3513241.6	0.000265	688429.2	0.036	3662.5
1.1200	0.042	0.040	0.32	0.34	2666012.4	0.000263	688440.2	0.039	3642.1
1.1300	0.043	0.043	0.33	0.00	3716823.5	0.000261	688462.1	0.042	3649.0
1.1400	0.044	0.046	0.32	-0.91	8733592.0	0.000261	688493.1	0.046	3651.3
1.1500	0.045	0.050	0.32	-0.50	3658050.4	0.000263	688522.7	0.049	3647.6
1.1600	0.046	0.053	0.31	-0.77	4508793.3	0.000266	688561.3	0.052	3648.1

1.1700	0.047	0.036	0.30	-1.00	7.85731.7	0.000271	686638.7	0.055	3043.4
1.1700	0.043	0.032	0.29	-1.30	7991712.4	0.000278	686704.9	0.053	3049.2
1.1700	0.043	0.032	0.29	-1.63	7510125.0	0.000283	686779.8	0.060	3054.4
1.2000	0.047	0.034	0.25	-1.27	7.06113.3	0.000290	686833.7	0.063	3063.8
1.2100	0.047	0.037	0.24	-2.13	6726431.4	0.000315	686956.5	0.065	3079.0
1.2200	0.050	0.035	0.21	-2.33	5155017.9	0.000336	689053.4	0.067	3091.9
1.2300	0.053	0.031	0.19	-2.55	5616134.5	0.000357	689109.3	0.069	3093.9
1.2400	0.053	0.033	0.13	-2.71	5048672.0	0.000385	689289.0	0.071	3076.2
1.2500	0.053	0.034	0.14	-2.33	4451515.3	0.000422	689417.3	0.072	3030.0
1.2600	0.053	0.035	0.11	-2.74	3080505.3	0.000467	689553.2	0.073	3095.1
1.2700	0.053	0.036	0.08	-3.01	3.92134.1	0.000525	689695.5	0.073	3074.6
1.2800	0.053	0.037	0.05	-3.03	2761551.1	0.000591	689842.2	0.073	3065.1
1.2900	0.049	0.037	0.02	-3.03	2241427.5	0.000675	689990.9	0.073	3066.9
1.3000	0.047	0.037	-0.01	-2.77	1530130.0	0.000778	690138.8	0.072	3079.0
1.3100	0.043	0.037	-0.04	-2.73	1500963.5	0.000900	690287.9	0.071	3091.9
1.3200	0.043	0.036	-0.07	-2.74	1202420.0	0.001046	690420.7	0.069	3032.3
1.3300	0.047	0.035	-0.10	-2.70	999517.5	0.001214	690550.1	0.067	3072.9
1.3400	0.045	0.034	-0.13	-2.53	764328.4	0.001407	690689.7	0.065	3022.3
1.3500	0.045	0.033	-0.15	-2.42	605444.8	0.001623	690779.0	0.063	3079.7
1.3600	0.044	0.031	-0.17	-2.23	427012.9	0.001860	690877.8	0.060	3043.0
1.3700	0.043	0.029	-0.20	-2.04	390310.8	0.002121	690966.5	0.057	3071.2
1.3800	0.042	0.027	-0.21	-1.73	313753.2	0.002393	691045.8	0.055	3035.4
1.3900	0.041	0.025	-0.23	-1.62	252864.8	0.002690	691118.4	0.052	3059.8
1.4000	0.041	0.022	-0.25	-1.43	204167.2	0.002995	691179.2	0.049	3034.2
1.4100	0.033	0.020	-0.25	-1.19	164700.4	0.003210	691235.0	0.046	3097.5
1.4200	0.037	0.017	-0.27	-0.97	133005.3	0.003632	691284.5	0.043	3079.2
1.4300	0.035	0.014	-0.28	-0.77	100753.0	0.004197	691323.4	0.040	3143.6
1.4400	0.034	0.011	-0.29	-0.60	8947.1	0.004803	691367.4	0.037	3214.4
1.4500	0.033	0.009	-0.29	-0.42	67006.7	0.005468	691407.1	0.035	3276.5
1.4600	0.031	0.006	-0.29	-0.25	54702.8	0.006192	691442.6	0.032	3334.8
1.4700	0.030	0.003	-0.29	-0.10	40173.0	0.006924	691460.0	0.029	3333.9
1.4800	0.023	0.000	-0.29	0.04	25777.0	0.007549	691484.8	0.027	3433.8
1.4900	0.027	0.007	-0.29	0.17	20577.7	0.008045	691505.5	0.024	3404.5
1.5000	0.025	0.004	-0.29	0.27	12776.6	0.008629	691524.4	0.022	3525.1
1.5100	0.023	0.001	-0.29	0.43	6210.5	0.009401	691541.0	0.020	3563.6
1.5200	0.027	0.028	-0.23	0.33	309.1	0.009658	691555.6	0.017	3597.3
1.5300	0.020	0.025	-0.21	0.53	-4122.1	0.009690	691568.3	0.015	3627.3
1.5400	0.019	0.023	-0.27	0.66	-8379.4	0.0097126	691579.3	0.013	3653.9
1.5500	0.017	0.020	-0.26	0.73	-11935.2	0.0097336	691588.8	0.011	3677.1
1.5600	0.015	0.017	-0.25	0.75	-15033.7	0.0097529	691596.9	0.010	3697.5
1.5700	0.014	0.015	-0.25	0.73	-17770.1	0.0097704	691603.6	0.008	3715.0
1.5800	0.013	0.012	-0.24	0.33	-20020.1	0.0097861	691609.2	0.006	3730.2
1.5900	0.012	0.010	-0.23	0.92	-21947.7	0.0098000	691613.6	0.005	3743.1
1.6000	0.010	0.008	-0.22	0.97	-23502.5	0.0098128	691616.9	0.003	3754.0
1.6100	0.009	0.006	-0.21	0.97	-24875.6	0.0098226	691619.3	0.002	3763.3
1.6200	0.003	0.004	-0.20	1.09	-25971.0	0.0098212	691620.7	0.000	3771.1
1.6300	0.007	0.002	-0.19	1.01	-26300.3	0.0098381	691621.3	-0.001	3777.6
1.6400	0.005	-0.000	-0.19	1.03	-27424.2	0.0098433	691621.0	-0.002	3783.1
1.6500	0.005	-0.002	-0.17	1.03	-27829.7	0.0098407	691619.8	-0.003	3787.7
1.6600	0.004	-0.004	-0.16	1.03	-28034.5	0.0098485	691617.9	-0.004	3791.7
1.6700	0.003	-0.005	-0.15	1.06	-28045.7	0.0098406	691615.3	-0.005	3795.1
1.6800	0.007	-0.007	-0.14	1.07	-27705.7	0.0098471	691611.0	-0.005	3798.1
1.6900	0.002	-0.008	-0.13	1.08	-27477.5	0.0098441	691607.7	-0.006	3803.7
1.7000	0.001	-0.009	-0.12	1.09	-26939.5	0.0098394	691602.8	-0.006	3803.2
1.7100	0.001	-0.010	-0.11	1.07	-26108.5	0.0098333	691597.1	-0.007	3803.5
1.7200	0.000	-0.011	-0.10	1.10	-25237.4	0.0098257	691590.8	-0.007	3807.7
1.7300	0.000	-0.012	-0.09	1.11	-24310.6	0.0098166	691583.6	-0.003	3809.9
1.7400	0.000	-0.013	-0.07	1.11	-22793.5	0.0098067	691575.7	-0.008	3812.0
1.7500	0.000	-0.014	-0.05	1.12	-21072.4	0.0097943	691567.0	-0.008	3814.0
1.7600	0.000	-0.014	-0.05	1.12	-19223.7	0.0097811	691557.5	-0.008	3815.9

1.7700	0.000	-0.015	-0.04	1.13	-17929.7	0.007665	691547.1	-0.002	3617.2
1.7800	0.000	-0.015	-0.03	1.13	-14647.9	0.007507	691535.2	-0.007	3619.4
1.7900	0.001	-0.015	-0.02	1.14	-11769.3	0.007336	691523.6	-0.007	3620.8
1.8000	0.001	-0.015	-0.01	1.14	-8714.7	0.007153	691510.3	-0.007	3622.0
1.8100	0.002	-0.015	0.01	1.14	-5134.1	0.006957	691495.9	-0.006	3623.0
1.8200	0.002	-0.015	0.02	1.14	-1763.1	0.006750	691480.3	-0.006	3623.1
1.8300	0.003	-0.015	0.03	1.14	559.2	0.006531	691463.4	-0.005	3622.9
1.8400	0.004	-0.014	0.04	1.14	8126.5	0.006302	691445.0	-0.004	3622.2
1.8500	0.005	-0.014	0.05	1.14	14753.2	0.006062	691425.1	-0.003	3620.7
1.8600	0.005	-0.013	0.06	1.13	21772.0	0.005811	691402.4	-0.002	3618.5
1.8700	0.007	-0.013	0.07	1.12	29757.0	0.005551	691379.8	-0.001	3615.5
1.8800	0.009	-0.012	0.08	1.11	35023.4	0.005281	691355.9	0.000	3611.6
1.8900	0.009	-0.011	0.10	1.10	45652.0	0.005003	691325.5	0.002	3606.8
1.9000	0.011	-0.010	0.11	1.09	62603.0	0.004717	691294.2	0.003	3601.0
1.9100	0.012	-0.009	0.12	1.08	77775.4	0.004422	691259.0	0.004	3594.2
1.9200	0.013	-0.008	0.13	1.07	96006.4	0.004121	691221.0	0.006	3586.4
1.9300	0.014	-0.007	0.14	1.06	118529.4	0.003814	691177.7	0.007	3577.5
1.9400	0.016	-0.005	0.15	1.05	145620.6	0.003501	691123.9	0.009	3568.5
1.9500	0.017	-0.003	0.16	1.04	176104.7	0.003184	691073.1	0.011	3553.7
1.9600	0.019	-0.001	0.17	1.03	224393.7	0.002863	691000.9	0.013	3549.0
1.9700	0.022	0.000	0.18	1.02	282747.6	0.002541	690933.7	0.014	3540.1
1.9800	0.025	0.002	0.19	1.01	342071.3	0.002217	690844.5	0.016	3533.6
1.9900	0.028	0.004	0.20	1.00	474232.5	0.001894	690735.1	0.018	3527.8
2.0000	0.029	0.005	0.21	1.00	641027.1	0.001575	690601.3	0.020	3524.4
2.0100	0.031	0.006	0.22	1.00	705253.5	0.001263	690447.8	0.021	3524.2
2.0200	0.033	0.007	0.23	1.00	722146.9	0.000964	690295.7	0.023	3521.7
2.0300	0.035	0.008	0.24	1.00	724570.5	0.000689	689973.4	0.024	3513.9
2.0400	0.037	0.009	0.25	1.00	702416.0	0.000461	689421.8	0.024	3508.5
2.0500	0.039	0.010	0.26	1.00	740550.9	0.000294	688724.6	0.020	3506.7
2.0600	0.041	0.011	0.27	1.00	724460.1	0.000129	687912.9	0.023	3505.2
2.0700	0.043	0.012	0.28	1.00	705061.5	0.000029	686902.4	0.025	3502.1
2.0800	0.045	0.013	0.29	1.00	615327.5	0.000027	685863.0	0.029	3502.2
2.0900	0.047	0.014	0.30	1.00	443151.4	0.000026	684857.3	0.032	3500.7
2.1000	0.049	0.015	0.31	1.00	282747.6	0.000025	683859.6	0.035	3500.4
2.1100	0.051	0.016	0.32	1.00	1335102.7	0.000020	682868.0	0.038	3499.0
2.1200	0.052	0.017	0.33	1.00	7031106.3	0.000025	681887.5	0.042	3491.8
2.1300	0.054	0.018	0.34	1.00	2250728.6	0.000025	680916.5	0.045	3480.4
2.1400	0.056	0.019	0.35	1.00	1895242.1	0.000025	680954.5	0.048	3474.4
2.1500	0.058	0.020	0.36	1.00	2762751.0	0.000026	680021.7	0.051	3468.6
2.1600	0.060	0.021	0.37	1.00	3551510.1	0.000026	679057.9	0.054	3464.3
2.1700	0.062	0.022	0.38	1.00	4266170.8	0.000027	678123.2	0.057	3450.3
2.1800	0.064	0.023	0.39	1.00	7905026.0	0.000026	677177.5	0.060	3450.3
2.1900	0.066	0.024	0.40	1.00	7435143.0	0.000029	676261.0	0.063	3444.4
2.2000	0.068	0.025	0.41	1.00	7001153.7	0.000030	675333.7	0.065	3439.5
2.2100	0.070	0.026	0.42	1.00	6465572.3	0.000032	674475.6	0.068	3437.0
2.2200	0.072	0.027	0.43	1.00	588937.1	0.000034	673567.0	0.070	3431.1
2.2300	0.074	0.028	0.44	1.00	5283270.1	0.000037	672707.5	0.071	3426.6
2.2400	0.076	0.029	0.45	1.00	4655541.5	0.000040	671837.0	0.073	3425.9
2.2500	0.078	0.030	0.46	1.00	4046170.5	0.000042	670974.7	0.075	3423.1
2.2600	0.080	0.031	0.47	1.00	3455777.6	0.000045	670119.4	0.074	3415.3
2.2700	0.082	0.032	0.48	1.00	2857322.3	0.000047	669269.2	0.074	3411.2
2.2800	0.084	0.033	0.49	1.00	2340733.6	0.000049	668421.5	0.074	3402.1
2.2900	0.086	0.034	0.50	1.00	194420.4	0.000050	667573.5	0.073	3402.1
2.3000	0.088	0.035	0.51	1.00	156450.6	0.000050	666727.1	0.072	3403.1
2.3100	0.090	0.036	0.52	1.00	124850.7	0.000051	665864.4	0.070	3404.1
2.3200	0.092	0.037	0.53	1.00	991737.7	0.000051	664995.2	0.068	3404.7
2.3300	0.094	0.038	0.54	1.00	786406.4	0.000051	664121.9	0.066	3404.4
2.3400	0.096	0.039	0.55	1.00	623909.1	0.000052	663234.8	0.065	3403.8
2.3500	0.098	0.040	0.56	1.00	496124.0	0.000053	662326.9	0.061	3403.2

1.7700	0.000	-0.015	-0.04	1.13	-17007.7	0.007605	671547.1	-0.002	3617.0
1.7800	0.000	-0.015	-0.03	1.13	-14647.2	0.007507	671535.8	-0.007	3519.4
1.7900	0.001	-0.015	-0.02	1.14	-11769.3	0.007336	671523.6	-0.007	3420.8
1.8000	0.011	-0.015	-0.01	1.14	-8714.7	0.007153	671510.3	-0.007	3322.0
1.8100	0.032	-0.015	0.01	1.14	-5134.1	0.006957	671495.9	-0.006	3223.8
1.8200	0.002	-0.015	0.02	1.14	-1861.1	0.006750	671480.3	-0.006	3125.1
1.8300	0.003	-0.015	0.03	1.14	3555.0	0.006531	671463.4	-0.005	3022.9
1.8400	0.014	-0.014	0.04	1.14	8126.3	0.006302	671445.0	-0.004	2922.2
1.8500	0.005	-0.014	0.05	1.14	14753.0	0.006062	671425.1	-0.003	2820.7
1.8600	0.005	-0.013	0.06	1.13	21772.0	0.005811	671403.4	-0.002	2716.5
1.8700	0.007	-0.013	0.07	1.12	29757.0	0.005551	671379.8	-0.001	2615.5
1.8800	0.009	-0.012	0.08	1.11	38023.4	0.005281	671353.9	0.000	2511.6
1.8900	0.009	-0.012	0.09	1.10	46552.0	0.005003	671325.5	0.002	2406.8
1.9000	0.010	-0.010	0.10	1.09	55303.0	0.004717	671294.2	0.003	2301.0
1.9100	0.012	-0.009	0.11	1.08	64275.4	0.004422	671259.0	0.004	2194.2
1.9200	0.013	-0.008	0.12	1.07	73466.4	0.004121	671221.0	0.006	2086.4
1.9300	0.014	-0.006	0.13	1.06	82879.4	0.003814	671177.7	0.007	1977.8
1.9400	0.016	-0.005	0.15	0.99	92520.6	0.003501	671128.9	0.009	1866.5
1.9500	0.017	-0.003	0.15	0.95	102304.7	0.003184	671073.1	0.011	1753.7
1.9600	0.019	-0.002	0.17	0.93	112323.7	0.002863	671008.9	0.013	1639.0
1.9700	0.021	0.000	0.18	0.91	122574.6	0.002541	670933.7	0.014	1524.1
1.9800	0.022	0.002	0.19	0.89	133051.3	0.002217	670844.5	0.016	1408.6
1.9900	0.023	0.004	0.19	0.87	143752.5	0.001894	670735.1	0.017	1292.8
2.0000	0.025	0.005	0.20	0.82	154677.1	0.001575	670601.3	0.020	1174.4
2.0100	0.027	0.008	0.21	1.03	165820.5	0.001263	670447.5	0.021	1054.2
2.0200	0.028	0.010	0.23	1.34	177277.9	0.000964	670275.7	0.023	931.7
2.0300	0.030	0.012	0.24	2.12	189043.9	0.000689	669987.3	0.024	806.5
2.0400	0.031	0.015	0.27	3.55	201160.5	0.000461	669441.8	0.024	680.5
2.0500	0.033	0.018	0.33	1.27	213624.0	0.000322	668698.5	0.022	556.7
2.0600	0.034	0.021	0.27	-3.75	226455.0	0.0001294	667754.6	0.020	431.5
2.0700	0.036	0.024	0.27	1.44	239668.1	0.0000299	666732.6	0.023	305.2
2.0800	0.037	0.026	0.27	2.43	253263.6	0.0000288	665602.4	0.025	179.1
2.0900	0.038	0.029	0.31	1.34	267237.5	0.0000275	664363.8	0.029	52.6
2.1000	0.040	0.033	0.37	0.74	281584.1	0.0000268	663057.3	0.032	300.7
2.1100	0.041	0.036	0.32	0.79	296273.2	0.0000263	661685.6	0.035	170.4
2.1200	0.042	0.039	0.33	0.45	311302.7	0.0000260	660246.0	0.038	757.0
2.1300	0.043	0.042	0.33	0.14	326686.3	0.0000258	658737.5	0.042	347.8
2.1400	0.044	0.046	0.35	-0.12	342473.6	0.0000257	657160.5	0.045	530.4
2.1500	0.045	0.049	0.33	-0.43	358694.1	0.0000258	655524.5	0.049	324.4
2.1600	0.046	0.052	0.32	-0.73	375375.1	0.0000261	653821.7	0.051	1168.6
2.1700	0.047	0.055	0.31	-1.03	392516.1	0.0000265	652057.9	0.054	3064.3
2.1800	0.048	0.059	0.30	-1.33	410117.0	0.0000272	649231.2	0.057	1950.8
2.1900	0.048	0.061	0.29	-1.61	428192.0	0.0000281	646347.5	0.060	850.3
2.2000	0.049	0.064	0.27	-1.89	446743.8	0.0000292	643401.0	0.063	274.4
2.2100	0.049	0.067	0.25	-2.15	465775.3	0.0000307	640393.7	0.065	2674.5
2.2200	0.050	0.069	0.23	-2.33	485297.2	0.0000324	637325.6	0.068	2592.2
2.2300	0.051	0.071	0.21	-2.52	505317.1	0.0000347	634197.0	0.070	1519.1
2.2400	0.053	0.073	0.17	-2.77	525837.6	0.0000375	631007.5	0.071	2456.6
2.2500	0.055	0.075	0.14	-2.92	546854.5	0.0000409	627757.0	0.073	2405.9
2.2600	0.058	0.076	0.11	-3.02	568367.5	0.0000452	624447.4	0.075	2363.1
2.2700	0.060	0.077	0.08	-3.13	590377.6	0.0000506	621089.4	0.074	2343.3
2.2800	0.062	0.078	0.05	-3.13	612882.3	0.0000573	617699.2	0.074	2331.3
2.2900	0.064	0.078	0.02	-3.13	635883.6	0.0000655	614281.5	0.074	2331.2
2.3000	0.067	0.078	-0.01	-3.13	659380.4	0.0000755	610833.5	0.073	2342.1
2.3100	0.069	0.078	-0.04	-3.04	683373.0	0.0000877	607322.1	0.072	2363.1
2.3200	0.071	0.077	-0.07	-2.95	707860.4	0.0001021	603744.4	0.070	2394.1
2.3300	0.073	0.076	-0.10	-2.85	732837.7	0.0001190	600095.2	0.068	2434.7
2.3400	0.075	0.075	-0.13	-2.69	758305.4	0.0001383	596381.9	0.066	2484.6
2.3500	0.076	0.073	-0.15	-2.52	784264.1	0.0001602	592614.8	0.063	2543.2
2.3600	0.076	0.072	-0.18	-2.33	810714.0	0.0001843	588803.9	0.061	2609.5

2.3700	0.043	0.070	-0.20	-2.13	395909.0	0.002107	691428.3	0.058	2681.1
2.3800	0.042	0.069	-0.22	-1.91	316540.0	0.002309	691510.0	0.055	2756.4
2.3900	0.041	0.068	-0.24	-1.69	253787.4	0.002608	691582.5	0.052	2833.9
2.4000	0.040	0.067	-0.25	-1.47	203977.2	0.003001	691646.9	0.049	2911.8
2.4100	0.039	0.066	-0.26	-1.25	163927.2	0.003323	691704.0	0.046	2999.0
2.4200	0.037	0.065	-0.25	-1.03	131557.1	0.003653	691754.6	0.043	3084.2
2.4300	0.036	0.064	-0.28	-0.82	105133.7	0.003937	691799.4	0.040	3166.8
2.4400	0.034	0.062	-0.27	-0.61	83452.6	0.004323	691839.1	0.037	3246.0
2.4500	0.033	0.061	-0.30	-0.44	65508.7	0.004606	691874.3	0.035	3271.4
2.4600	0.031	0.059	-0.30	-0.26	50552.8	0.004901	691909.5	0.032	3332.0
2.4700	0.030	0.058	-0.33	-0.10	38012.7	0.005309	691933.1	0.029	3392.6
2.4800	0.028	0.056	-0.30	0.09	27454.7	0.005624	691957.0	0.027	3442.1
2.4900	0.027	0.055	-0.30	0.17	18467.1	0.005928	691979.2	0.024	3470.2
2.5000	0.025	0.054	-0.33	0.31	10830.0	0.006220	691998.2	0.022	3534.0
2.5100	0.023	0.051	-0.29	0.43	4304.5	0.006499	692014.2	0.019	3575.4
2.5200	0.022	0.048	-0.27	0.53	-1239.7	0.006762	692029.6	0.017	3608.7
2.5300	0.020	0.045	-0.28	0.52	-6792.9	0.007010	692042.4	0.015	3660.1
2.5400	0.017	0.042	-0.20	0.70	-10212.3	0.007241	692053.4	0.012	3697.1
2.5500	0.017	0.040	-0.27	0.77	-13771.5	0.007455	692062.9	0.011	3692.0
2.5600	0.016	0.037	-0.25	0.83	-16317.4	0.007651	692070.9	0.009	3713.0
2.5700	0.014	0.035	-0.25	0.93	-19423.4	0.007829	692077.6	0.007	3731.0
2.5800	0.013	0.032	-0.24	0.92	-23541.6	0.007988	692083.1	0.006	3746.4
2.5900	0.012	0.030	-0.23	0.98	-28515.0	0.008129	692087.4	0.004	3759.4
2.6000	0.010	0.027	-0.27	0.99	-25077.1	0.008251	692090.7	0.003	3770.3
2.6100	0.009	0.025	-0.21	1.02	-26703.1	0.008355	692092.9	0.001	3779.3
2.6200	0.003	0.023	-0.20	1.04	-27321.0	0.008441	692094.2	0.000	3786.0
2.6300	0.007	0.021	-0.17	1.06	-26172.2	0.008508	692094.0	-0.001	3792.0
2.6400	0.005	-0.011	-0.11	1.07	-26752.5	0.008557	692094.2	-0.002	3797.4
2.6500	0.005	-0.012	-0.17	1.07	-25114.1	0.008593	692092.9	-0.003	3801.3
2.6600	0.004	-0.014	-0.16	1.07	-27273.1	0.008603	692090.1	-0.004	3804.4
2.6700	0.003	-0.015	-0.15	1.10	-27249.0	0.008601	692087.2	-0.005	3806.9
2.6800	0.002	-0.017	-0.14	1.10	-27024.0	0.008582	692084.3	-0.006	3803.2
2.6900	0.002	-0.014	-0.13	1.11	-28616.7	0.008547	692080.0	-0.002	3810.0
2.7000	0.001	-0.010	-0.11	1.11	-28010.8	0.008496	692074.2	-0.007	3812.0
2.7100	0.001	-0.011	-0.11	1.12	-27729.0	0.008430	692069.1	-0.007	3813.2
2.7200	0.000	-0.012	-0.09	1.12	-26740.7	0.008349	692062.5	-0.007	3814.4
2.7300	0.000	-0.012	-0.08	1.12	-25545.7	0.008253	692055.2	-0.008	3815.5
2.7400	0.000	-0.013	-0.07	1.13	-23600.9	0.008143	692047.1	-0.008	3816.6
2.7500	0.000	-0.014	-0.05	1.13	-21702.7	0.008019	692038.2	-0.009	3817.6
2.7600	0.000	-0.014	-0.03	1.13	-20022.7	0.007882	692028.5	-0.008	3818.0
2.7700	0.000	-0.015	-0.04	1.13	-17997.5	0.007731	692017.9	-0.008	3819.5
2.7800	0.000	-0.015	-0.03	1.14	-15429.0	0.007567	692006.4	-0.007	3820.3
2.7900	0.001	-0.015	-0.02	1.14	-12813.5	0.007391	691991.9	-0.007	3820.9
2.8000	0.001	-0.015	-0.00	1.14	-9424.7	0.007203	691980.4	-0.007	3821.9
2.8100	0.002	-0.015	0.01	1.14	-5507.9	0.007002	691965.8	-0.006	3821.4
2.8200	0.002	-0.015	0.02	1.14	-1703.6	0.006791	691950.0	-0.005	3821.1
2.8300	0.003	-0.015	0.03	1.14	2954.8	0.006568	691932.9	-0.005	3820.4
2.8400	0.004	-0.015	0.04	1.13	8752.4	0.006334	691914.4	-0.004	3819.1
2.8500	0.005	-0.014	0.05	1.13	14327.1	0.006090	691894.2	-0.003	3817.3
2.8600	0.006	-0.014	0.05	1.12	21033.7	0.005836	691872.4	-0.002	3814.7
2.8700	0.007	-0.013	0.03	1.11	29310.0	0.005572	691841.5	-0.001	3811.4
2.8800	0.007	-0.012	0.02	1.10	38611.3	0.005300	691827.4	0.000	3807.1
2.8900	0.007	-0.011	0.10	1.09	49491.0	0.005019	691793.9	0.002	3802.1
2.9000	0.010	-0.010	0.11	1.07	62274.1	0.004730	691762.4	0.003	3796.1
2.9100	0.012	-0.009	0.12	1.05	77517.0	0.004433	691727.5	0.004	3792.1
2.9200	0.013	-0.008	0.13	1.03	95791.2	0.004130	691680.7	0.006	3791.1
2.9300	0.014	-0.006	0.14	1.00	118032.3	0.003821	691645.3	0.008	3773.1
2.9400	0.015	-0.005	0.15	0.99	145761.8	0.003507	691596.2	0.007	3764.1
2.9500	0.017	-0.003	0.16	0.99	180133.0	0.003183	691540.3	0.003	3754.1
2.9600	0.017	-0.002	0.17	0.92	274411.4	0.002867	691479.8	0.001	3744.1

2.2700	0.023	0.030	0.13	0.32	282339.4	0.002943	691400.5	0.014	3730.0
2.2700	0.022	0.032	0.12	0.32	282339.1	0.002217	691311.0	0.016	3729.0
2.2700	0.023	0.034	0.12	0.32	474711.0	0.001896	691202.5	0.018	3729.2
2.2700	0.025	0.035	0.12	0.31	641359.5	0.001576	691067.4	0.020	3741.0
2.2700	0.027	0.038	0.11	0.30	765777.5	0.001264	690995.7	0.021	3730.9
2.2700	0.028	0.040	0.10	0.29	1355377.3	0.000965	690861.7	0.023	3731.1
2.2700	0.031	0.043	0.10	0.28	2715154.7	0.000690	690733.7	0.024	3731.0
2.2700	0.034	0.046	0.09	0.27	553459.7	0.000402	690599.1	0.024	3730.4
2.2700	0.035	0.048	0.09	0.27	6501377.5	0.000324	690455.2	0.027	3735.2
2.2700	0.034	0.047	0.08	-0.27	7555490.7	0.000225	690349.7	0.020	3731.5
2.2700	0.035	0.046	0.08	0.27	7535953.4	0.000300	690357.7	0.023	3739.9
2.2700	0.037	0.046	0.07	0.27	7634627.1	0.000269	690363.4	0.026	3739.4
2.2700	0.038	0.049	0.07	0.31	8135515.8	0.000276	690329.6	0.027	3739.4
2.2700	0.040	0.053	0.06	0.32	1415130.9	0.000209	690322.5	0.032	3740.3
2.2700	0.041	0.056	0.06	0.32	8634759.5	0.000264	690325.3	0.035	3740.5
2.2700	0.042	0.059	0.05	0.33	7616423.1	0.000260	690333.6	0.038	3742.0
2.2700	0.043	0.062	0.05	0.33	9212351.1	0.000250	690353.1	0.040	3741.4
2.2700	0.044	0.065	0.04	-0.12	1931357.1	0.000258	690320.0	0.045	3740.2
2.2700	0.045	0.068	0.04	-0.43	7577110.5	0.000259	690415.5	0.047	3744.0
2.2700	0.046	0.072	0.03	-0.73	8743732.7	0.000267	690467.0	0.051	3749.2
2.2700	0.047	0.075	0.03	-1.03	1534026.7	0.000266	690523.1	0.054	3769.3
2.2700	0.048	0.078	0.03	-1.32	8243499.1	0.000273	690588.3	0.057	3769.0
2.2700	0.049	0.081	0.02	-1.61	7253504.7	0.000282	690662.6	0.060	3761.8
2.2700	0.049	0.084	0.02	-1.90	7470773.4	0.000293	690746.0	0.063	3766.2
2.2700	0.049	0.087	0.02	-2.19	6588558.4	0.000307	690838.5	0.065	3778.5
2.2700	0.050	0.090	0.02	-2.48	6454643.1	0.000325	690940.4	0.069	3794.4
2.2700	0.050	0.093	0.01	-2.77	5579313.7	0.000343	691051.7	0.070	3821.5
2.2700	0.051	0.096	0.01	-3.06	6276733.6	0.000375	691172.1	0.071	3859.1
2.2700	0.051	0.099	0.01	-3.35	4660176.0	0.000410	691301.5	0.072	3900.0
2.2700	0.052	0.102	0.01	-3.64	4346610.4	0.000453	691419.1	0.073	3939.7
2.2700	0.052	0.105	0.01	-3.93	5453296.6	0.000507	691583.6	0.074	3945.9
2.2700	0.053	0.108	0.01	-4.22	2696826.6	0.000573	691733.3	0.074	3933.9
2.2700	0.053	0.111	0.01	-4.51	2351260.0	0.000615	691865.5	0.074	3933.7
2.2700	0.054	0.114	0.01	-4.80	1946350.1	0.000756	6911037.4	0.073	3944.4
2.2700	0.054	0.117	0.01	-5.09	1586678.6	0.000877	691185.5	0.072	3955.3
2.2700	0.054	0.120	0.01	-5.38	1250871.7	0.001021	691329.1	0.070	3960.1
2.2700	0.054	0.123	0.01	-5.67	795752.2	0.001190	691461.9	0.068	3936.6
2.2700	0.054	0.126	0.01	-5.96	728359.7	0.001363	691585.7	0.066	3936.4
2.2700	0.054	0.129	0.01	-6.25	675749.1	0.001601	691698.6	0.063	3946.0
2.2700	0.054	0.132	0.01	-6.54	497749.0	0.001842	691800.7	0.061	3910.6
2.2700	0.054	0.135	0.01	-6.83	357724.0	0.002105	691855.3	0.058	3931.9
2.2700	0.054	0.138	0.01	-7.12	117703.3	0.002387	691974.0	0.055	3957.0
2.2700	0.054	0.141	0.01	-7.41	255145.1	0.002665	692046.7	0.052	3954.0
2.2700	0.054	0.144	0.01	-7.70	205071.1	0.002977	692111.2	0.049	3911.2
2.2700	0.054	0.147	0.01	-7.99	164916.7	0.003319	692168.4	0.046	3928.1
2.2700	0.054	0.150	0.01	-8.28	132416.0	0.003648	692219.1	0.043	3933.9
2.2700	0.054	0.153	0.01	-8.57	105923.0	0.003937	692264.0	0.040	3936.2
2.2700	0.054	0.156	0.01	-8.86	84156.9	0.004317	692303.9	0.037	3905.1
2.2700	0.054	0.159	0.01	-9.15	66142.5	0.004650	692339.2	0.035	3927.0
2.2700	0.054	0.162	0.01	-9.44	51129.7	0.005079	692370.4	0.032	3931.1
2.2700	0.054	0.165	0.01	-9.73	3933.5	0.005510	692398.1	0.029	3937.0
2.2700	0.054	0.168	0.01	-10.02	27917.1	0.005916	692422.6	0.027	3941.1
2.2700	0.054	0.171	0.01	-10.31	18711.0	0.006320	692444.3	0.024	3929.1
2.2700	0.054	0.174	0.01	-10.60	11742.4	0.006712	692463.4	0.022	3932.1
2.2700	0.054	0.177	0.01	-10.89	4687.7	0.007040	692480.7	0.019	3957.2
2.2700	0.054	0.180	0.01	-11.18	-931.8	0.007354	692494.9	0.017	3907.0
2.2700	0.054	0.183	0.01	-11.47	-5757.7	0.007602	692507.7	0.015	3930.0
2.2700	0.054	0.186	0.01	-11.76	-2996.7	0.007823	692518.8	0.013	3960.0
2.2700	0.054	0.189	0.01	-12.05	-1347.3	0.008044	692528.4	0.011	3990.0
2.2700	0.054	0.192	0.01	-12.34	-16534.5	0.008264	692536.4	0.009	3711.0

4a. e 5a. SIMULAÇÕES
UTILIZAÇÃO DA MOLA PNEUMÁ
TICA ITI E-3 COM AMORTECI
MENTOS DIFERENTES

DEPARTMENT OF DEFENSE

OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

ATTENTION: DEPT. OF DEFENSE
INVESTIGATIVE DIVISION
OFFICE OF THE SECRETARY

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

FULLY QUALIFIED = 70%
FULLTIME PART TIME = 90%
-PARTIAL FULLTIME - 80%

[illegible]

[illegible]

STATE OF NEW YORK

OFFICE OF THE ATTORNEY GENERAL

ALBANY, N. Y., 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

FILED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

RECEIVED BY THE ATTORNEY GENERAL
JANUARY 10, 1911.

[illegible]

[illegible]

[illegible]