

ESCOLA POLITÉCNICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



Metodologia Para Otimização da Área de Limpeza do Mecânismo do Limpador de Pára-brisa

PMC - 580 Projeto Mecânico I
PMC - 581 Projeto Mecânico II

Autores:

Delson E. Ferraz da Silva Jr.
Gilberto de Almeida Corrêa Jr.

Prof. Orientador:

Tarcísio Hess Coelho

Especialização:

Engenharia Mecânica, Área de Projeto e Fabricação

São Paulo, Dezembro de 1996

Agradecimentos:

Ao nosso Professor Orientador, o Professor Tarcísio Hess Coelho, pela dedicação e atenção dispendidas durante o decorrer do projeto, e pelas importantes orientações e sugestões que possibilitaram a realização deste trabalho como está sendo apresentado aqui.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho pudesse ser concluído com primor e em tempo hábil.

A nossos pais, Delson e Maria José e Gilberto e Evanda, nossos principais incentivadores e razão de termos chegado até aqui. E a Andréa Chrystie, pela paciência.

Índice:

Introdução:	1
1. Estudo de Viabilidade:	6
1.1. Estabelecimento da Necessidade:	6
1.2. Especificações Técnicas:	8
1.2.1. Especificações funcionais:	8
1.2.1.1. Desempenho:	8
1.2.1.2. Conforto:	9
1.2.1.3. Segurança	9
1.2.2. Especificações operacionais	10
1.2.2.1. Durabilidade	10
1.2.2.2. Confiabilidade	10
1.2.3. Especificações Construtivas Básicas	10
1.3. Síntese de Soluções	10
1.3.1. Análise das Entradas e Sidas do Sistema:	10
1.3.2. Síntese das Possíveis Soluções:	12
1.4. Matriz de Decisão	18
2. Solução do Problema:	18
3. Conclusão:	21
4. Bibliografia:	22
ANEXOS:	23

Introdução:

Como poderíamos definir o processo de projeto? Poderíamos sistematizar este processo?

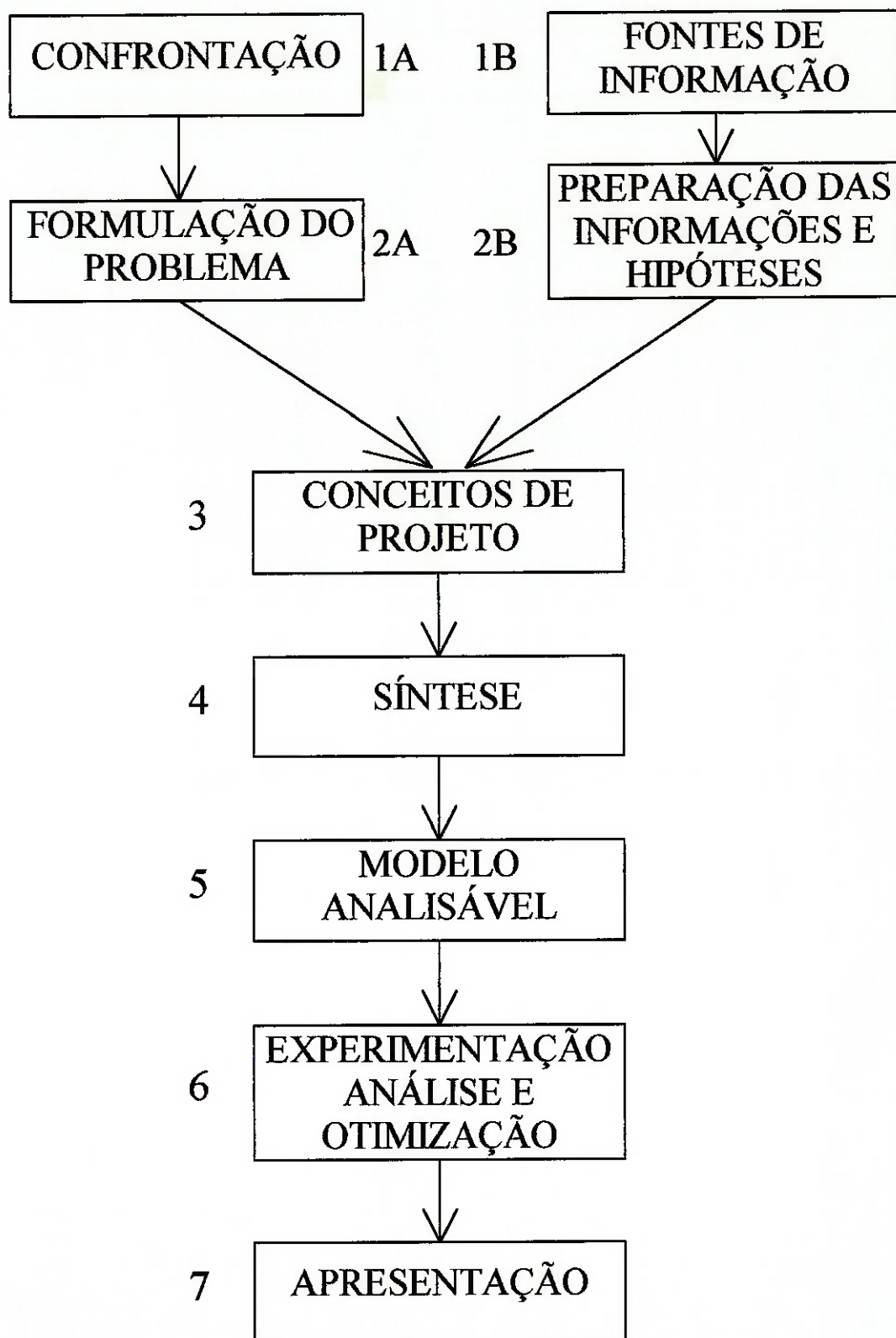
O complexo processo de projeto inovador em Engenharia é objeto de infinitas variações. O propósito aqui é apresentar em linhas gerais, em forma de fluxograma, o que o projetista ou estudante deve ter em mente durante este processo.

Com estes objetivos em mente, os sete estágios da engenharia de projeto estão englobados, parte baseando-se em trabalhos publicados, e parte baseando-se na experiência prática e no ensino de projetos de engenharia. A sequência rapidamente torna-se natural para o projetista e serve como ponto de partida na abordagem de problemas de projeto. Ela é aplicável desde as mais simples tarefas em projeto de componentes, bem como no projeto de sistemas complexos, e garante completa cobertura das fases significativas no processo de um projeto.

Os sete estágios de um projeto em Engenharia podem ser organizados segundo um diagrama em “Y” (conforme pode ser observado na próxima página), que é detalhado da seguinte maneira:

- As duas partes superiores do “Y” representam, de um lado, a evolução do projeto das peças, e do outro lado o desenvolvimento do conhecimento possível e aplicável em engenharia.
- A junção do “Y” representa a mistura dessas partes: a geração do conceito de projeto.
- A perna do “Y” é a guia para a complementação do projeto, baseada no conceito selecionado.

O fluxograma implica em *feedbacks* e iterações que são essenciais e inevitáveis num processo criativo. A seguir temos o diagrama que terá os títulos de cada bloco detalhado, de maneira a caracterizar bem cada estágio de evolução do projeto:



1A) Confrontação:

A confrontação não é um mero problema de definição, mas leva o engenheiro de encontro à necessidade de tomar atitudes. Usualmente faltam informações, e freqüentemente demandam mais conhecimento experiência do que o engenheiro possui no momento. Entretanto, a “real necessidade” pode não ser óbvia neste primeiro encontro com a situação indesejável.

1B) Fontes de Informação:

As fontes de informação permitem ao engenheiro encampar todo o conhecimento humano. Talvez a melhor fonte de informação seja outra pessoa dentro dos campos descritos.

2A) Formulação do Problema:

Como a confrontação é sempre tão indefinida, o engenheiro deve esclarecer o problema a ser resolvido. Ele deve reconhecer a real necessidade e então defini-la concretamente, em termos quantitativos para a tomada de ações.

2B) Preparação das Informações e Hipóteses:

Da vasta variedade de fontes de informação, o projetista deve selecionar as áreas aplicáveis, incluindo conhecimentos teóricos e empíricos, e, onde a informação é falha, preencher as lacunas com hipóteses.

3) Geração e Seleção de Conceitos de Projeto:

Aqui, o conhecimento desenvolvido pela preparação anterior é trazido para cobrir o problema como ele foi formulado, e todos os conceitos de projeto concebíveis são preparados em um esquema em forma de esqueleto, desenhando os campos selecionados tantos quanto possível. Deve ser lembrado que a criatividade é um grande

ponto de aplicação. Se o projetista lista todas as idéias que ele pode gerar ou assimilar, projetos alternativos são ligados ao desenvolvimento, e o mais promissor pode ser selecionado à luz dos requisitos e restrições.

4) Síntese:

O projeto selecionado é um esqueleto. Nós devemos dar substância a ele: completar as lacunas com parâmetros concretos com o uso de metodologia de processo sistemática guiada pela intuição. A compatibilidade com sistemas de interfaceamento é essencial. Em algumas áreas como síntese cinemática, analítica avançada, gráfica, e combinações destas, está disponível o suporte em computador. Entretanto, a intuição guiada pela experiência é a aproximação tradicional.

5) Modelo Analisável:

Mesmo o sistema físico ou o componente mais simples é, normalmente, muito complexo para uma análise direta. Ele deve ser representado por um modelo ameno para avaliação analítica ou empírica. Abstraindo o modelo, o engenheiro deve empenhar-se para representar tantas características do sistema real quanto for possível, comensurando com o tempo disponível, métodos e meios de análise ou técnicas experimentais.

6) Experimentação, Análise e Otimização:

Aqui o objetivo é determinar e melhorar a performance esperada do projeto proposto.

6.1) Experiência orientada pelo projeto, ou modelo físico ou algo análogo, deve tomar o lugar da análise onde esta não é possível.

6.2) Análises ou teste do modelo representativo visam estabelecer a adequação e as responsabilidades do sistema físico dentro de todas as condições de operação.

6.3) Na otimização de um sistema ou componente, o engenheiro deve decidir três ou quatro questões: (a) Com respeito em qual critério ou combinação de critérios deve ser otimizado o projeto? (b) Quais os parâmetros do sistema podem ser manipulados? (c) Quais os limites destes parâmetros, ou seja, quais as restrições sujeitas ao sistema?

Embora técnicas sistemáticas de otimização tenham sido elaboradas (tais como a programação linear, não-linear e dinâmica; computação digital e métodos heurísticos de síntese cinemática), este estágio depende muito da intuição e do julgamento do engenheiro. A soma dos esforços de otimização deve ser comensurada com a importância da função do componente do sistema.

“Experimentação, Análise e Otimização” formam uma malha fechada no processo de projeto. Seus resultados podem produzir iterações envolvendo qualquer ou todos os estágios prévios, incluindo a possibilidade de escolher outro conceito de projeto.

7) Apresentação:

Nenhum projeto pode ser considerado completo até que ele seja apresentado (e aceito) por dois grupos de pessoas:

- 1 - As pessoas que vão utilizá-lo
- 2 - As pessoas que vão fabricá-lo

A apresentação do engenheiro deve ser conseqüentemente entendida pelo possível usuário, e conter todos os detalhes necessários para permitir a fabricação e a construção pela indústria

Iterações:

Claramente, o processo não é uma via de mão única. é necessário, freqüentemente, retroceder alguns passos: iterações podem ocorrer em qualquer estágio. Se, por exemplo, no estágio de análise, respostas indesejáveis são descobertas e ressaltando não é possível corrigi-las, talvez um novo conceito possa ser formado, ou

talvez deva ser redefinido. O projetista não deve se sentir desestimulado por isto, ao contrário, deve encará-los como oportunidades de criar projetos superiores numa base melhor informada.

1. Estudo de Viabilidade:

1.1. Estabelecimento da Necessidade:

O Limpador de Pára-brisa talvez seja o componente dos automóveis e utilitários que menos despertada a curiosidade, do ponto de vista de projeto, quando se observa um automóvel de forma a procurar compreender a funcionalidade de cada parte. No entanto, existe uma grande área a ser pesquisada, no que se relaciona com a performance do mecanismo que gera a trajetória da haste que efetivamente faz a limpeza, de forma a maximizar a relação entre a área que é limpa a cada ciclo do limpador, e a área útil do pára-brisa.

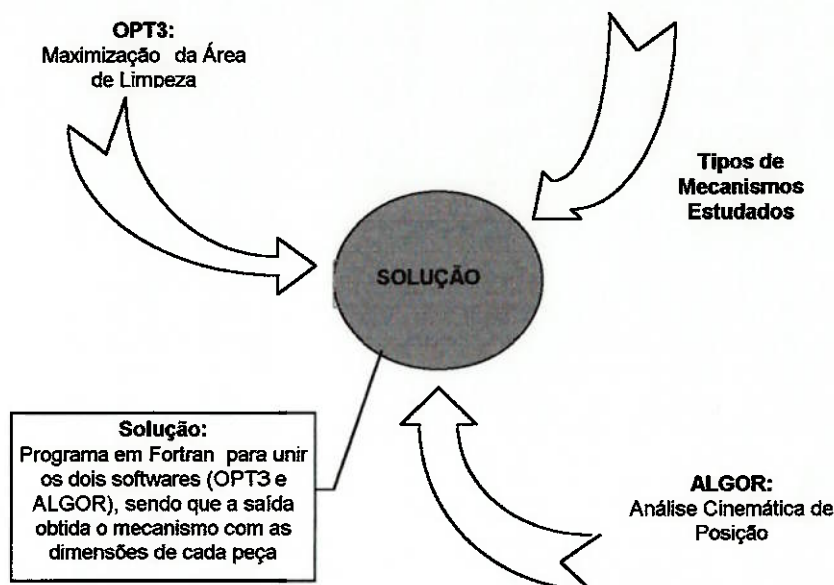
Os Mecanismos utilizados nos Limpadores de Pára-brisa, não têm apresentado uma evolução muito grande no tocante à área de limpeza, salvo algumas exceções. A seleção do mecanismo a ser utilizado tem baseado-se em alguns mecanismos padrões, criados a algum tempo, e a melhoria no desempenho de limpeza que tem ocorrido é obtida com base em tentativa e erro.

Entretanto, pelos conhecimentos obtidos através do curso de Introdução à Teoria dos Mecanismos, sabemos que para um mesmo conjunto de condições que determinam um mecanismo, pode haver mais de uma solução que satisfaça estas mesmas condições, mas com desempenhos diferenciados; e ainda, podem-se fazer alterações nas condições (dentro de certos limites, é claro), de modo a obter-se mecanismos que as satisfarão com melhoria no desempenho.

Pode-se então concluir que existe uma necessidade de aprofundamento teórico na metodologia de projeto utilizada na determinação do mecanismo do limpador. Temos um campo bem vasto de pesquisa, na área de mecanismos viáveis, de modo a

possibilitar um avanço no que se relaciona ao desempenho do limpador, considerando-se como fator de desempenho a trajetória da paleta de limpeza sobre o pára-brisa.

Para suprir esta necessidade, pretendemos sugerir um procedimento que utilize-se de um *software* que faça a análise cinemática do mecanismo (*ALGOR*), um *software* que determine condições ótimas de uma função (*OPT3*), e de um determinado tipo de mecanismo a ser analisado e otimizado, interligando-os através de uma rotina elaborada em *FORTRAN*.



Para possibilitar o equacionamento e o processo de modelagem cinemática e dinâmica, de forma prática, é necessário escolher um formato de pára-brisa, para que seja possível determinar posições por onde a paleta deve passar, e também determinar a relação entre a área total do pára-brisa e a área de limpeza que a paleta abrange. Os passos seguidos para a determinação da solução do problema são genéricos, e podem ser seguidos para qualquer formato de pára-brisa (e de certa forma, para resolver a maioria dos problemas cujas soluções sejam mecanismos), no entanto, para o desenvolvimento deste trabalho, escolher condições básicas relacionadas ao funcionamento do mecanismo, nos permite resolver o problema de forma mais objetiva e ilustrativa.

Decidimos tomar o pára-brisa do Gol, pois é um automóvel com um número de vendas bem elevado, e possui um modelo popular (Gol 1000 Plus). Escolhemos o

modelo novo do Gol, e não o modelo do Gol 1000 antigo, que embora ainda seja fabricado, deverá sair de linha em pouco tempo, e além do mais, o mecanismo determinado poderia ser utilizado pelos outros modelos do Gol.

1.2. Especificações Técnicas:

Aqui, devemos identificar as características que devem ser garantidas durante o projeto do mecanismo-solução, através de um conjunto de requisitos funcionais, operacionais e construtivos que devem ser garantidos ao final do projeto.

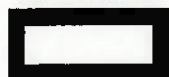
1.2.1. Especificações funcionais:

1.2.1.1. Desempenho:

A paleta de limpeza deve abranger a maior porcentagem possível da área útil do pára-brisa, sendo esta especificação determinante na obtenção da melhor solução.



ÁREA LIMPA



ÁREA NÃO LIMPA

FUNÇÃO OBJETIVO:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = (\text{Árealimpa} / \text{Área total}) \times 100$$

n = n° de variáveis independentes x , que correspondem aos compromentos e posições das barras, e as posições das articulações fixas

1.2.1.2. Conforto:

A norma da SAE, que é parte integrante dos anexos, faz sugestões das porcentagens mínimas de limpeza de cada região do pára-brisa, de modo a não prejudicar a visibilidade do motorista, tendo como base as regiões de maior probabilidade de encontrarmos os olhos do motorista.

1.2.1.3. Segurança

O mecanismo deve garantir limpeza mesmo em alta intensidade de chuva, de modo a garantir a visibilidade do motorista.

1.2.2. Especificações operacionais

1.2.2.1. Durabilidade

De acordo com a recomendação da SAE, o mecanismo do limpador de pára-brisa deve garantir 1.500.000 ciclos de operação, e a paleta de limpeza deve garantir 75% de sua eficiência após 500.000 ciclos.

1.2.2.2. Confiabilidade

Consideramos suficiente que o mecanismo não apresente falha nos 10 primeiros anos.

1.2.3. Especificações Construtivas Básicas

- O mecanismo deve estar na parte inferior do pára-brisa
- Em caso de se usar duas paletas, deve-se garantir o sincronismo entre elas.
- Deve-se ocupar o menor espaço possível

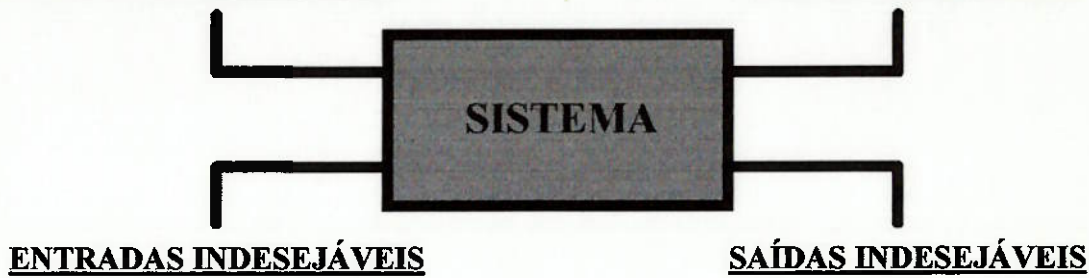
1.3. Síntese de Soluções

1.3.1. Análise das Entradas e Saídas do Sistema:

Nesta parte, vamos considerar o sistema de limpeza como uma caixa preta, para que possamos determinar as soluções as entradas e saídas do sistema:

ENTRADAS DESEJÁVEIS

SAÍDAS DESEJÁVEIS



Entradas Desejáveis:

- Acionamento por parte do motorista
- Torque e rotação por parte do motor elétrico responsável pelo movimento do sistema
- Resistência ao movimento pelo atrito entre o sistema tribológico definido pela borracha da paleta, o vidro do pára-brisa e a água da chuva

Saídas Desejáveis:

- Movimentação de paleta sobre a área pré determinada
- Limpeza da área de passagem da paleta

Entradas Indesejáveis:

- Corpos estranhos sobre o pára-brisa (folhas, pedaços de papel, etc...)
- Impurezas na água (poeira, fuligem, partículas de óleo, areia, etc...)
- Variações do movimento do motor, como consequência de variações da tensão do bateria

Saídas Indesejáveis:

- Ruídos e vibrações devido ao atrito
- Limpeza pouco eficiente devido a deficiências no contato entre a borracha da paleta e o vidro
- Travamento devido a atrito excessivo

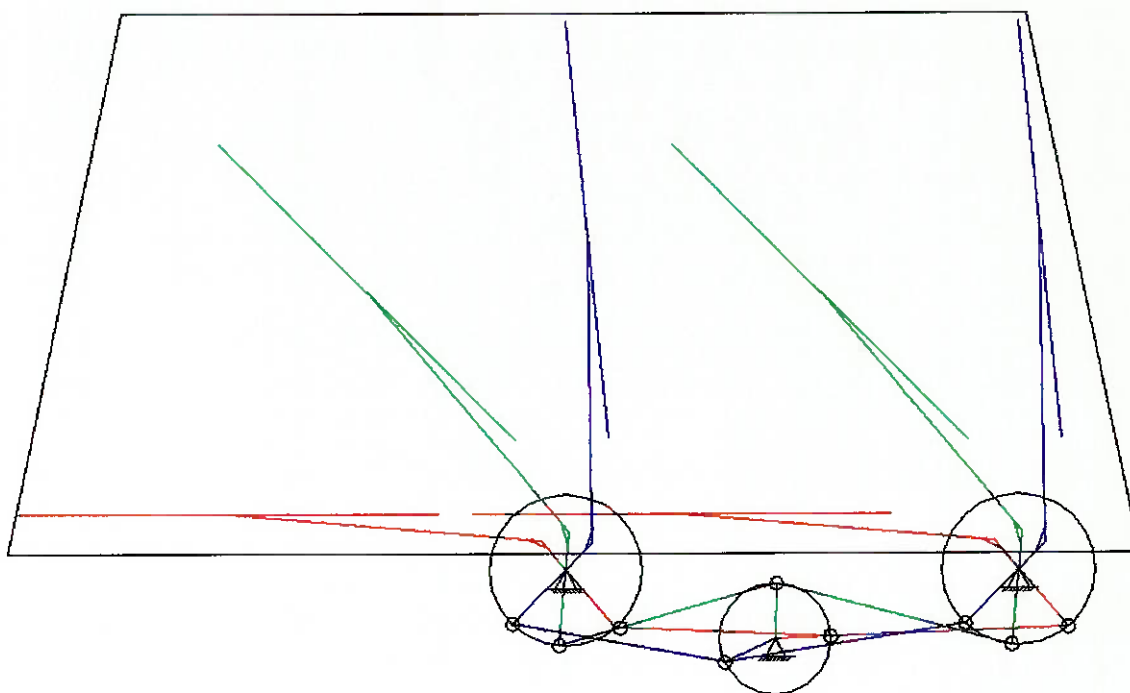
1.3.2. Síntese das Possíveis Soluções:

Nas páginas a seguir, serão mostrados em linhas gerais alguns mecanismos que poderão ser utilizados como solução, no processo de otimização que estamos desenvolvendo.

Solução A

Dois mecanismos quatro barras acoplados.

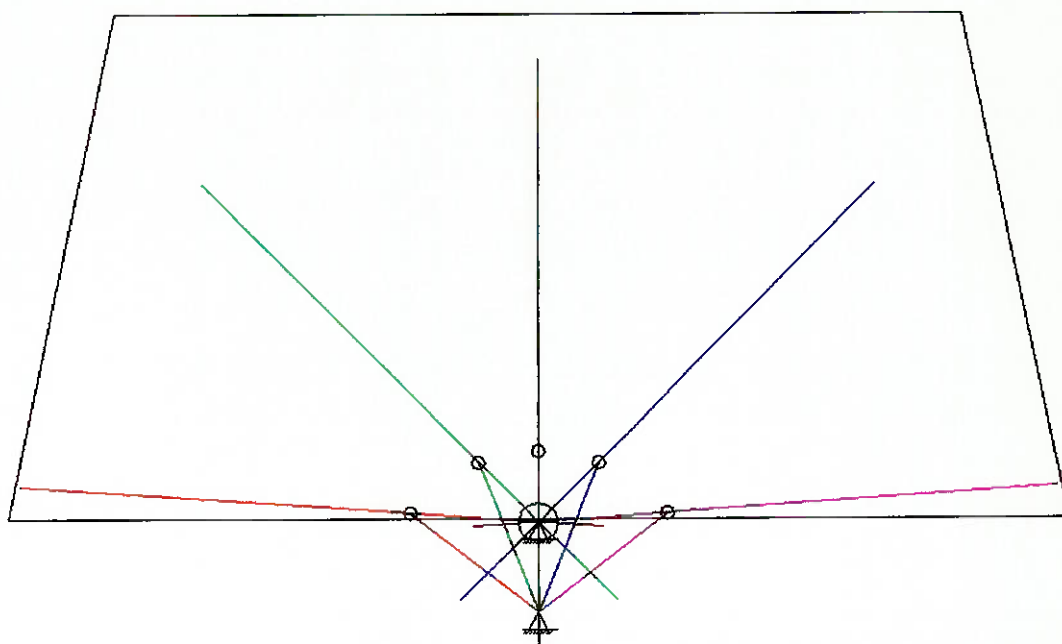
Área de limpeza: 65,3 %



Solução B

Mecanismo alavanca-manivela com acionamento externo.

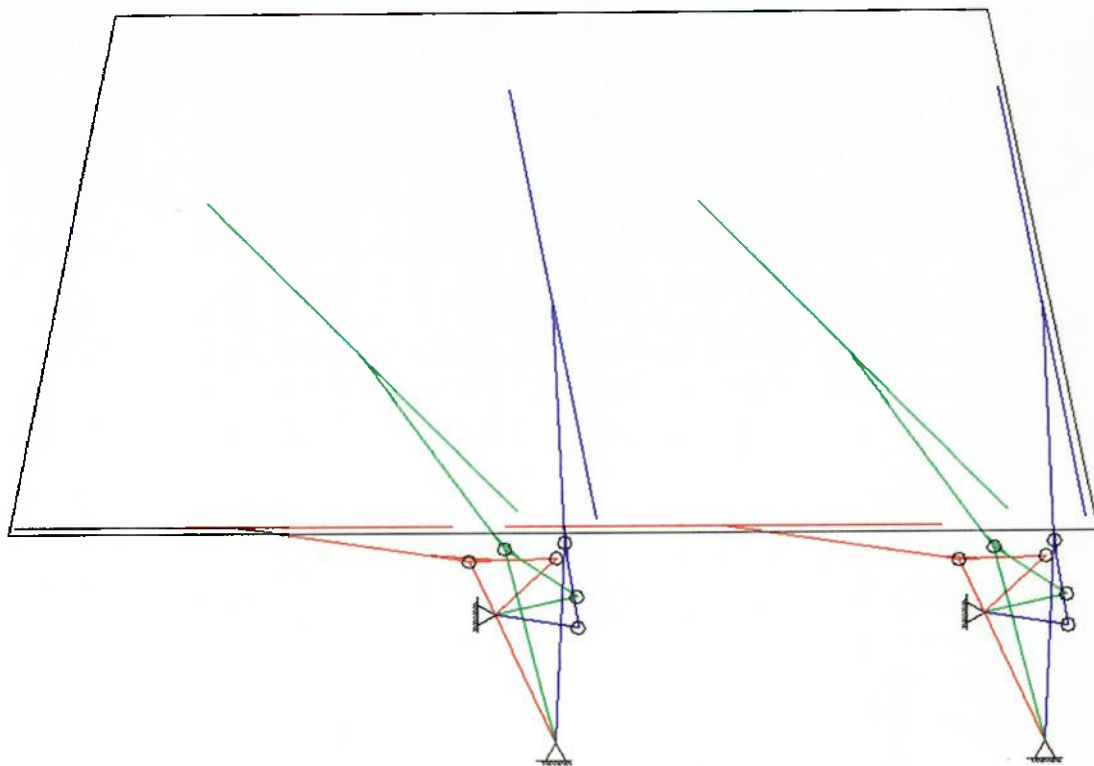
Área de limpeza: 68,2 %



Solução C

Dois mecanismos quatro barras independentes com acionamento externo.

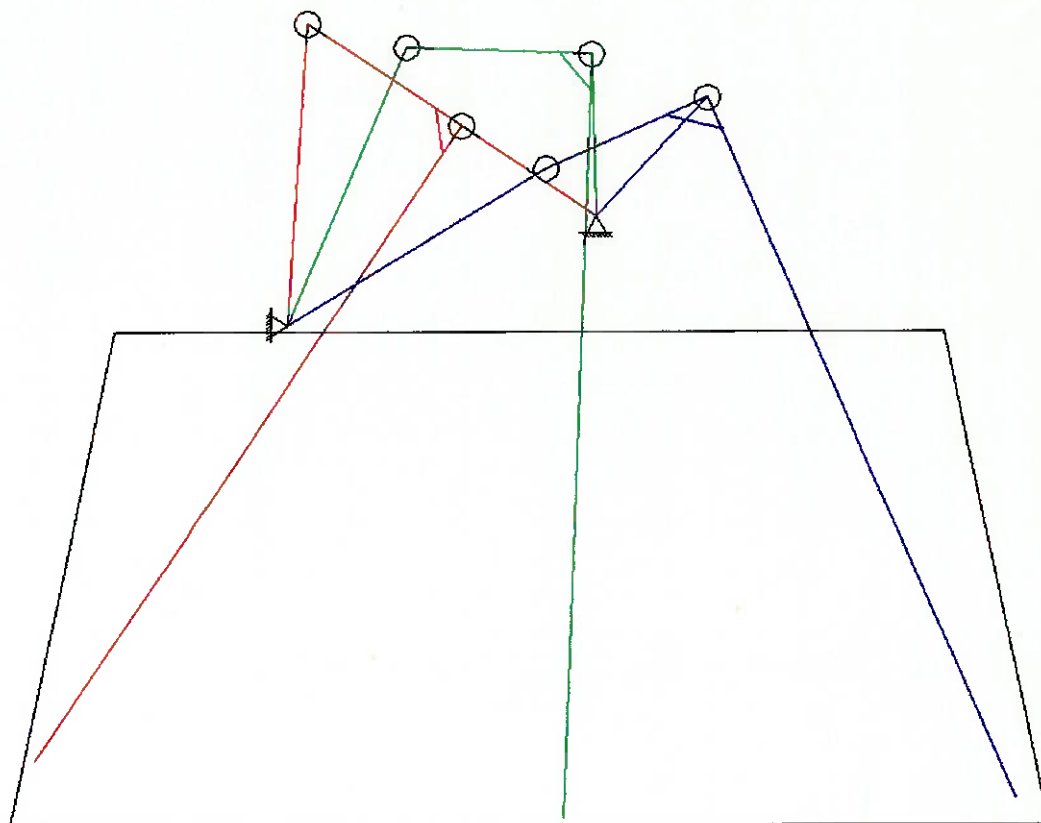
Área de limpeza: 58,3 %



Solução D

Mecanismo quatro barras com acionamento externo.

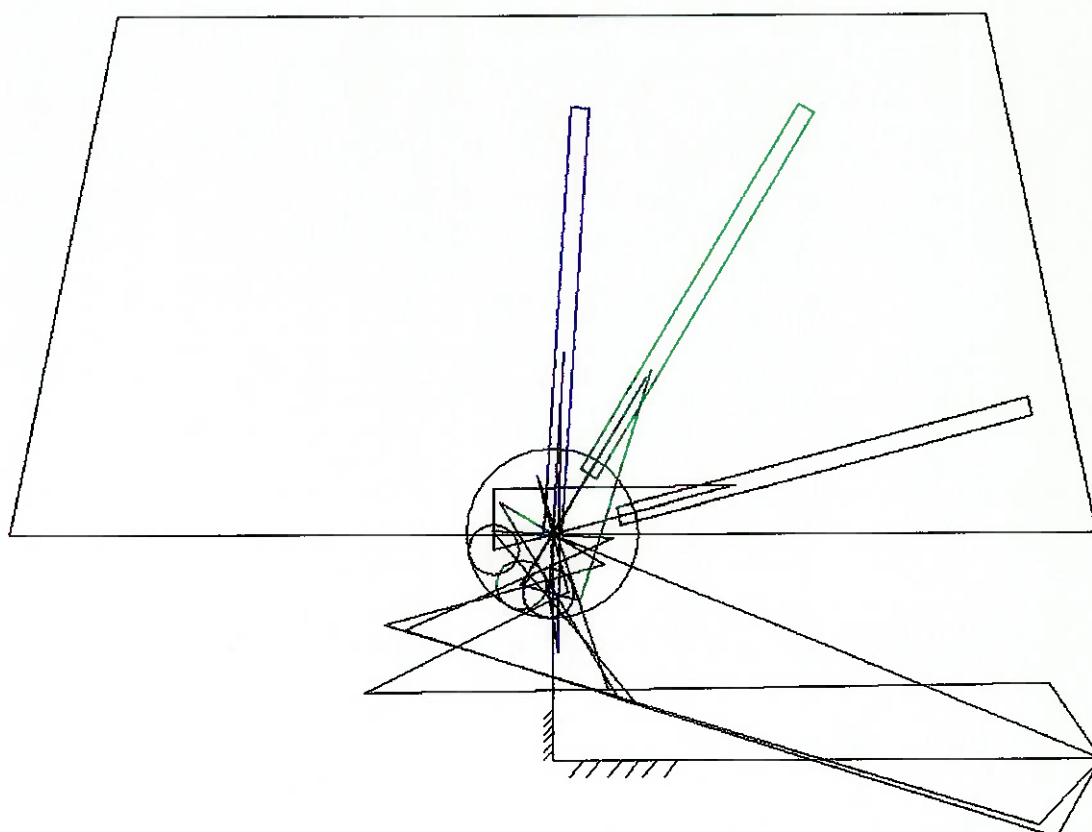
Área de limpeza: 75,5 %



Solução E

Mecanismo misto com engrenagens e acionamento externo.

Área de limpeza: 72,0 %



1.4) Matriz de Decisão

Vistos os mecanismos que poderão ser utilizados como solução para o problema, resta escolher o melhor deles, escolha esta que será feita com base na matriz de decisão.

<i>característica</i>	Solução A	Solução B	Solução C	Solução D	Solução E
desempenho	60	60	50	90	90
segurança	95	95	90	85	95
durabilidade	100	95	95	85	95
simplicidade	100	85	90	100	85
custo	95	80	85	90	80
tamanho	80	80	85	30	100
Total	530	495	495	480	545

Com base nos resultados obtidos pela matriz de decisão, vamos utilizar a Solução E para a resolução do problema proposto, mas deve-se notar que a Solução A, embora não seja a melhor, também apresenta um total de pontos bastante significativo e poderia vir a ser estudada como uma segunda opção.

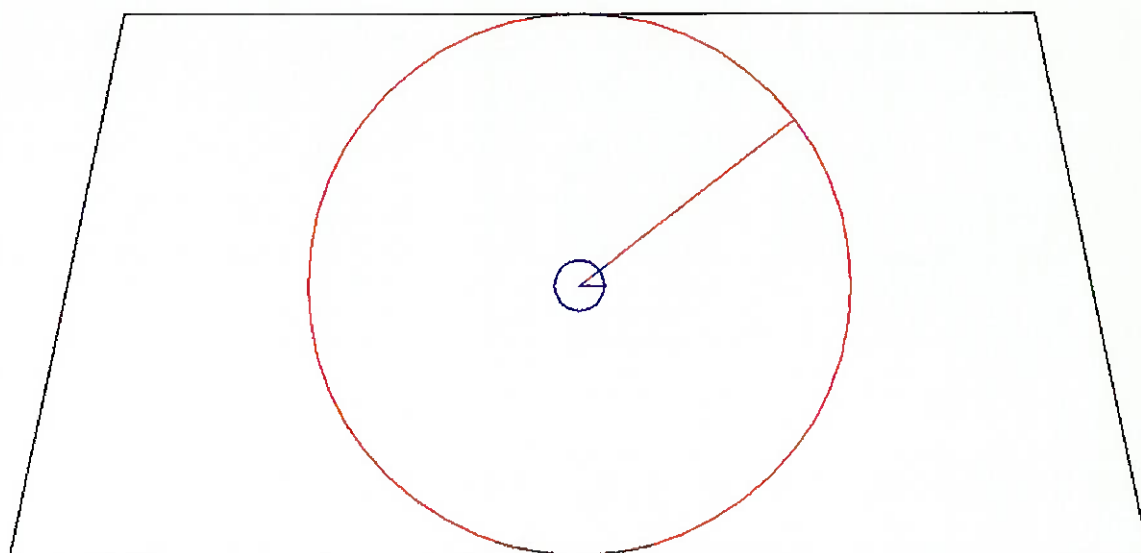
2) Solução do Problema

Uma vez definida a necessidade, escolhido o método e determinado o mecanismo, implementou-se um programa em FORTRAN.

Para a resolução do problema, adotou-se um modelo simplificado para que pudessemos ter garantias de que o método escolhido produz resultados satisfatórios e coerentes. Então foi desenvolvido um programa para a otimização de um pêndulo, que tem uma de suas extremidades fixada no centro do pára-brisa, dentro da área do mesmo. Foi estipulado um comprimento inicial para o pêndulo e executando-se o

programa, obteve-se o maior comprimento possível dada as restrições (os limites físicos do pára-brisa). A listagem do programa, bem como os arquivos com os dados do mecanismo para o ALGOR encontram-se comentados no anexo a seguir.

O resultado obtido foi o seguinte:



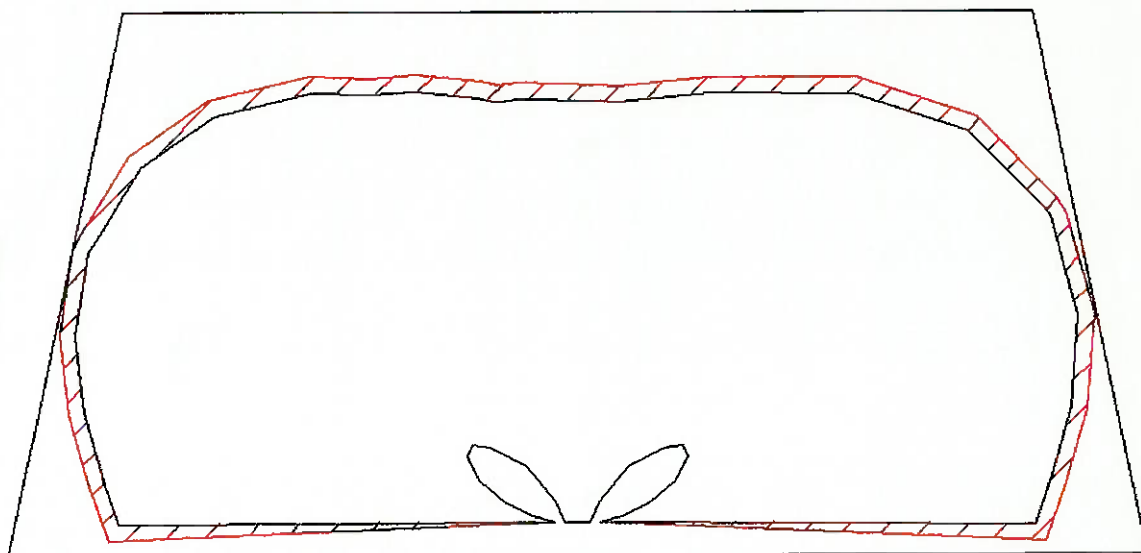
onde,

$$L_{inicial} = 4cm$$

e,

$$L_{final} = 85.25cm$$

A seguir, tentou-se implementar o programa para a executar o mecanismo escolhido, porém alguns problemas de compatibilidade do FORTRAN e do ALGOR impediram a interação. Utilizou-se então o método tradicional, o da “tentativa e erro” para obter o resultado ótimo do limpador de pára-brisa: foram variados os comprimentos das barras, inicialmente uma a uma, e depois uma combinação deste resultados. O resultado obtido pode ser visto na figura a seguir, onde a área hachurada representa a otimização, e os valores dos comprimentos inicial e final das barras, encontram-se nos arquivos de dados do ALGOR, listados no anexo.



O área de limpeza do pára-brisa teve um acréscimo de 6,2 %, sendo inicialmente de 72 % e passando a 78,2 % após a otimização.

3) Conclusão

Apesar da otimização ter sido obtida pelo método tradicional, o principal objetivo deste trabalho foi atingido: fazer a integração de um *software* de análise cinemática disponível no mercado (ALGOR), com um *software* de otimização (OPT3) através de uma rotina por nós elaborada, que permite generalizar a aplicação deste método para qualquer tipo de mecanismo, tendo somente que modificar a entrada de dados, compatibilizando-a com o mecanismo que se deseja otimizar. Isto ocorre, pois para cada mecanismo, o ALGOR cria um arquivo de dados específico.

Com relação ao modelo simplificado, pode-se observar o perfeito funcionamento do programa, atingindo o resultado esperado. Neste caso, seria fácil determinar o comprimento final da barra, pois o problema é simples e o tempo gasto nas iterações via computador é até maior do que aquele que seria gasto utilizando o método tradicional. Mas, o mais importante foi a constatação de que o método que foi adotado comprovou ser eficaz.

Há muitas outras coisas que devem ser melhoradas e implementadas, como por exemplo, terminar o programa que otimiza o limpador encontrado na matriz de decisão, eliminar a necessidade de intervenção do operador toda vez que o programa executa uma iteração, mostrar automaticamente a trajetória do mecanismo obtido e se possível até estender a integração dos programas para um sistema CAD e proceder a análise de tensões nas barras, através de elementos finitos.

4) Bibliografia

- (1) G.N., Sandor and A.G., Erdman, *Advanced Mechanisms Design, Analysis and Synthesis*, Vol. I. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. (1984).
- (2) Anônimo. *Automotive Engng.* **93** (7), 67-68 (1985).
- (3) F. Freudenstein and D. Vucina, *Mech. Mach. Theory* **26**(6), 553-563 (1991).
- (4) "Manual de Referência - ALGOR (DynaPak)", Algor Interactive Systems, Inc. (1990).
- (5) G.A., Gabriele and K.M., Ragsdell, *User's Manual OPT 3.2*, (1989).

ANEXOS:

A) Problemas e Soluções para Execução do Programa

Para a solução do problema propostos foi desenvolvido o programa listado a seguir. Entretanto, algumas dificuldades foram encontradas durante o desenvolvimento. Para facilitar o prosseguimento do trabalho, elas estão descritas e comentadas a seguir.

1) A principal dificuldade está na chamada de um programa executável no DOS, dentro do programa em FORTRAN. Isto é possível com o comando **SYSTEMQQ** do FORTRAN, o qual permite descrever uma linha de comando do DOS. Notar que para executar este comando é necessário associá-lo a uma variável lógica, já que está definido assim, e principalmente, não se esquecer de incluir as “library” **FLIB.FI** e **FLIB.FD** através do comando **INCLUDE**, a primeira antes da definição do programa principal, e a segunda, dentro da subrotina onde será utilizado o comando **SYSTEMQQ**.

2) Outro problema que poderá surgir é a falta de memória quando se tenta executar o programa, pois estamos utilizando o FORTRAN FOR WINDOWS e o ALGOR roda com base DOS. Este problema pode ser resolvido utilizando-se um recurso fácil, mas que é pouco conhecido e utilizado pelos usuários do sistema operacional Windows: deve-se utilizar o programa **EDITOR PIF**, dentro da janela **PRINCIPAL** do Windows, versões 3.1 e 3.11. Dentro do **EDITOR PIF**, preenche-se o campo de **Nome do Programa** com o “path” do programa executável criado pelo FORTRAN. No campo **Título da Janela**, o título pode ser escolhido pelo usuário. E o campo do **Diretório de Trabalho** deve ser preenchido com o diretório onde se encontra o arquivo executável criado pelo FORTRAN. Finalmente, o último campo a ser preenchido e talvez o mais importante, é o campo **Execução**, no canto inferior direito da tela do **EDITOR PIF**, onde deve-se marcar a opção **Exclusivo**. Deste modo será criado um arquivo *.PIF, o qual terá um ícone associado, podendo ser executado dentro do próprio Windows ou em base DOS, digitando-se o nome do arquivo executável.

3) Um inconveniente que ainda não foi sanado é a intervenção do usuário no programa a cada vez que o computador realiza uma iteração: para que o ALGOR faça a análise do mecanismo é necessário que o operador pressione a tecla ENTER.

4) Outro ponto importante a se observar é a inicialização dos parâmetros e variáveis do programa e dos arquivos de dados, toda vez que se quiser executar o programa do início. Isto deve ser levado em consideração, pois valores ou parâmetros de iterações anteriores poderão ficar armazenados nas variáveis e o resultado obtido não refletir a realidade. Para solucionar este problema foi criado o arquivo INICIALIZA.BAT que traz todo procedimento de inicialização.

5) Deve-se sempre estar atento também as variáveis de inicialização do OPT3, que são definidas no programa principal: especial cuidado com os valores máximos e mínimos das variáveis, as variáveis XTOL e GTOL (que serão utilizadas para verificar convergência), o número máximo de iterações MAXM e o número de restrições NCON. Verificar se estes parâmetros não estão sendo fatores limitantes na otimização e no caso das restrições se a quantidade das mesmas coincide com o valor atribuído a NCON.

6) Quando da chamada do comando em DOS dentro do FORTRAN, é executado um arquivo que contém uma série de instruções para executar o ALGOR, chamando outro arquivo que inicializa os parâmetros do ALGOR e este chama um arquivo com uma macro definida pelo ALGOR, a qual contém os comando executar a análise do mecanismo. Estes arquivos estão listados e comentados a seguir.

B) Programa Principal para Pêndulo Simples

```
C * INCLUSÃO DE LIBRARY PARA EXECUTAR LINHA DE COMANDO NO DOS
INCLUDE'FLIB.FI'
PROGRAM OTIMO

IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
DIMENSION X(2),XMAX(2),XMIN(2),SCALE(3)
COMMON /OPTDAT/D(700)
COMMON/ PARI/ XTOL,GTOL,EPS,EPSLS,EPSBD,IPR,MAXM,IDATA,
1 LFUNCT,NE,LNE,NI,LNI,NCON,NSCALE,ISEARC,MAXNEW,IDIF,NOUT
INTEGER NMAX
C * NMAX É O NÚMERO DE PONTOS DO ARQUIVO DE COORDENADAS
PARAMETER (NMAX=104)
INTEGER N

C * INICIALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DO OPT3
N=2
OPEN (8,FILE='C:\TF\OTIMO2.DAT',STATUS='OLD')
X(1)=4
X(2)=0
CLOSE (8)
XMIN(1)=0
XMAX(1)=200
XMIN(2)=0
XMAX(2)=200
XTOL=1E-15
GTOL=1E-15
EPS=0.001
EPSLS=0.001
EPSBD=0.001
IPR=0
MAXM=50
IDATA=1
LFUNCT=0
NE=0
LNE=0
NI=3
LNI=2
NCON=3
NSCALE=2
ISEARC=1
MAXNEW=10
IDIF=2
NOUT=6
ISIZE=700
OPEN(6,FILE='C:\TF\OTIMO\EXEMPLO.FOR',STATUS='UNKNOWN')
CALL OPT3(X,XMAX,XMIN,SCALE,FSCALE,N,ISIZE)
STOP
END
```

```
FUNCTION F(X)
IMPLICIT DOUBLE PRECISION (A-H,O-Z)
```

```
DIMENSION X(2)
COMMON /ONE/ NFE,NCE
INTEGER N,NMAX,I,M
PARAMETER (NMAX=104)
REAL YCOR(NMAX),XCOR(NMAX),SUM,TEMPO(NMAX)
CHARACTER*80 TEXTO
CHARACTER*80 TEXT1
CHARACTER*80 TEXT2
REAL COMPRX,COMPRY,CMX,CMY
```

```
C * INCLUSÃO DE LIBRARY PARA EXECUTAR LINHA DE COMANDO NO DOS
INCLUDE'FLIB.FD'
LOGICAL*4 W
```

```
C * ABERTURA DO ARQUIVO DE COORDENADAS DOS PONTOS
C * EXISTEM 3 LINHAS COM TEXTO ANTES DO INICIO DAS COORDENADAS
OPEN (UNIT=1,FILE='C:\TF\OTIMO2.OUT',STATUS='OLD')
```

```
READ (1,'(A)') TEXTO
WRITE (*,'(A)') TEXTO
READ (1,'(A)') TEXTO
WRITE (*,'(A)') TEXTO
READ (1,'(A)') TEXTO
WRITE (*,'(A)') TEXTO
```

```
C * LEITURA DAS COORDENADAS
READ (1,*,END=145) (TEMPO(I),XCOR(I),YCOR(I),I=1,NMAX)
```

```
145 M=I-1
CLOSE(1)
SUM=0.0
NFE=NFE+1
```

```
C * ALGORITMO PARA CALCULO DA AREA
C * SE A DISCRETIZAÇÃO É BOA, O ERRO É MENOR QUE 1%
DO 150 I=1,M-1
SUM=SUM+XCOR(I)*YCOR(I+1)-YCOR(I)*XCOR(I+1)
```

```
150 CONTINUE
F=-ABS(SUM+XCOR(M)*X(2)-YCOR(M)*X(1))/2
WRITE (*,*) 'F ',F
COMPRX=X(1)
COMPRY=X(2)
CMX=COMPRX/2
CMY=COMPRY/2
```

```
C * PREPARA OS ARQUIVOS DE DADOS PARA O ALGOR
```

```
C * EXECUTAR A ANÁLISE DO MECANISMO
OPEN (8,FILE='C:\TF\OTIMO2.DAT',STATUS='OLD')
OPEN (7,FILE='C:\TF\SAIDA.DAT',STATUS='UNKNOWN')
TEXT1=' APPROXIMATE GLOBAL COORDINATES'
TEXT2=' GRAPHICS COORDINATES'
```

```
115 IF (.NOT. EOF (8)) THEN
READ (8,'(A)') TEXTO
WRITE (7,'(A)') TEXTO
IF (TEXT0.EQ.TEXT1) THEN
READ (8,120) A,B,C
```

```

WRITE (7,120) A,B,C
READ (8,120) A,B,C
WRITE (7,120) CMX,CMY,C
120  FORMAT (F15.6,F16.6,F16.6)
      GOTO 115
      END IF
      IF (TEXT0.EQ.TEXT2) THEN
        READ (8,'(A)') TEXT0
        WRITE (7,'(A)') TEXT0
        READ (8,'(A)') TEXT0
        WRITE (7,'(A)') TEXT0
        READ (8,125) N,B,C
        WRITE (7,125) N,COMPRX,COMPRY
125  FORMAT (I5.0,F16.6,F16.6)
      GOTO 115
      END IF
      GOTO 115
      END IF
130  CLOSE (8)
      CLOSE (7)
C  * ATUALIZAÇÃO DA MACRO QUE SERÁ EXECUTADA PELO ALGOR
      OPEN (9,FILE='C:\TF\OTIMO2.CMD',STATUS='OLD')
      WRITE (9,'(A)') 'DYN'
      WRITE (9,'(A)') '2'
      WRITE (9,'(A)') 'Y'
      WRITE (9,'(A)') '2'
      WRITE (9,'(A)') 'LIN 2'
      WRITE (9,'(A)') 'X'
      WRITE (9,160) X(1),0
      WRITE (9,'(A)') 'LIN 2'
      WRITE (9,'(A)') 'Y'
      WRITE (9,160) X(1),0
      WRITE (9,'(A)') '2'
160  FORMAT(F15.2,I2)
      CLOSE(9)
C  * LINHA DE COMANDO EM DOS
      W=SYSTEMQQ('C:\TF\OTIMO2.BAT')
      RETURN
      END

      SUBROUTINE CONST(X,CON)
      IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)
      DIMENSION X(*),CON(*)
      COMMON /ONE/ NFE,NCE

      NCE=NCE+1
C  * RESTRIÇÕES DO MECANISMO
C  * QUE SÃO OS LIMITES FÍSICOS DO PÁRA-BRISA
      CON(1)=767.25-X(2)-4.7692*X(1)
      CON(2)=85.25-X(2)
      CON(3)=-85.25+SQRT(X(1)**2+X(2)**2)

      RETURN
      END

```

C) Saída do Programa OPT 3

```

*****
*****
**                                **
**                                **
**          OPT 3                **
**                                **
**                                **
**  VERSION 2 (DOUBLE PRECISION): LAST REVISION FEBRUARY 1989.  **
**  COPYRIGHT, PURDUE RESEARCH FOUNDATION, 1976.                **
**  COPYRIGHT, K. M. RAGSDALL, 1989.                             **
**                                **
**                                **
*****
*****

```

1

STARTING INFORMATION

```

OBJECTIVE FUNCTION.....LFUNCT =  0 NL
NUMBER OF DESIGN VARIABLES.....N =  2
NUMBER OF EQUALITY CONSTRAINTS.....NE =  0
  LINEAR OF EQUALITY CONSTRAINTS...LNE =  0
NUMBER OF INEQUALITY CONSTRAINTS...NI =  3
  LINEAR OF INEQUALITY CONSTRAINTS.LNI =  2
LINE SEARCH CRITERIA.....EPSLS = .10000E-02
BOUND TIGHTNESS.....EPSBD = .10000E-02
VARIABLE CONVERGENCE CRITERIA....XTOL = .10000E-14
GRADIENT CONVERGENCE CRITERIA....GTOL = .10000E-14
FORWARD DIFFERENCE PARAMETER.....EPS = .10000E-02
OUTPUT PARAMETER.....IPR =  0
INITIAL OUTPUT PARAMETER.....IDATA =  1
MAXIMUM NUMBER OF ITERATIONS.....MAXM =  50
SCALING PARAMETER.....NSCALE =  2 AUTO
SEARCH PARAMETER.....ISEARC =  1 BFS
MAXIMUM NEWTON ITERATIONS.....MAXNEW =  10
NUMERICAL DIFFERENCING OPTION....IDIF =  2 CENT

```

OBJECTIVE FUNCTION F(X) = -.502316E+02

INDEX	X(I)	EQUALITY H(I)	INEQUALITY G(I)
1	.40000000E+01		.74817320E+03
2	.00000000E+00		.85250000E+02
3			-.81250000E+02

INDEX	LOWER BOUND	UPPER BOUND	AUTO SCALE FACTOR
1	.53166459-314	.20000000E+03	.10000000E+01
2	.00000000E+00	.20000000E+03	.10000000E+01

CONSTRAINT SCALE FACTORS

```

.100000E+03
.100000E+02
.100000E+02

```

***** SEARCH FOR FEASIBLE POINT *****

FEASIBLE POINT FOUND

CONVERGENCE ACHIEVED

MAXIMUM ELEMENT OF RELATIVE REDUCED GRADIENT VECTOR < GTOL

*** OPTIMUM FOUND TO BE ***

***** + FINAL DESIGN + *****

OBJECTIVE F(X) = -.2281644608E+05 TOTAL FUNCTION EVALUATIONS 6
ITERATION 1 TOTAL CONSTRAINT EVALUATIONS 13

INDEX	X(I)	EQUALITY H(I)	INEQUALITY G(I)
1	.85250000E+02		.36067571E+01
2 L	.00000000E+00		.85250000E+01
3		L .14210855E-14	

LAGRANGE MULTIPLIERS OF ACTIVE CONSTRAINTS

INEQUALITY CONSTRAINT 3 = .279895E+04
LOWER BOUND OF VARIABLE 2 = .240332E+05

D) Arquivos *.BAT

1) INICIALIZA.BAT

Copia os arquivos de dados iniciais do ALGOR, para que em cada nova execução os valores sejam lidos corretamente.

```
COPY C:\ALGOR\SAMPLES\OTIMO2.OUT C:\TF
COPY C:\ALGOR\SAMPLES\OTIMO2.DAT C:\TF
COPY C:\ALGOR\SAMPLES\OTIMO2.DAT C:\TF\SAIDA.DAT
```

2) OTIMO2.BAT

Copia o arquivo de dados gerado pelo OPT3 para o arquivo que será lido pelo ALGOR e executa o ALGOR, fornecendo os comandos iniciais para o mesmo.

```
COPY SAIDA.DAT OTIMO2.DAT
C:\ALGOR\DYNASOLV <C:\TF\OTIMO2.ENT
```

3) OTIMO2.ENT

Contém os comandos iniciais para execução do ALGOR.

```
OTIMO2
N
MAC OTIMO2.CMD
STP
```

4) OTIMO2.CMD

Macro gerada dentro do ALGOR que contém os comandos para executar a análise do mecanismo.

```
DYN
2
Y
2
LIN 2
X
      85.25 0
LIN 2
Y
      85.25 0
2
```

E) Arquivos de Dados do ALGOR (Inicial e Final)

Arquivo de dados inicial para pêndulo simples

```
TITLE CARD
  PENDULO SIMPLES
/*
CONTROL CARDS
  2  1  0  1 .0000010 /* NB, NJ, NF, NS, EPS
  9.8100000 .1000000 .0100000 /* GRAV,TSTEP, HMAX
/*
MASSES AND MASS MOMENTS OF INERTIA
  .000000 .000000 /* Mass and Inertia for Body # 1
  .000000 .000000 /* Mass and Inertia for Body # 2
/*
APPROXIMATE GLOBAL COORDINATES
  .000000 .000000 .000000 /* App. C.M. Loc. Body: 1
  2.000000 .000000 .000000 /* App. C.M. Loc. Body: 2
/*
EXTERNAL FORCES AND TORQUES
  .0000 .0000 .0000 /* Ext. force, torque Body: 1
  .0000 .0000 .0000 /* Ext. force, torque Body: 2
/*
JOINT DESCRIPTION
  1  1  2 /* Rev. Joint. Connect 1 and 2
/*
LOCAL JOINT COORDINATES
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 1
  .000000 .000000 .000000 .000000
/*
NUMBER OF AUTOMATIC GENERATORS
  1 /* ACTUAL = 1
/*
GENERATOR DESCRIPTION
  1  2  1 /*Links 1 and 2 have a gen. of type 1
/*
LOCAL GENERATOR COORDINATES
/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 1
  1.000000 .000000 1.000000 .000000
/*
GENERATOR PARAMETERS
/* DIS, VEL, ACEL FOR GENERATOR: 1
  .0000 -6.2830 .0000
/*
NUMBER OF GRAPHICS MARKERS
  3 /* ACTUAL = 3
/*
GRAPHICS COORDINATES
  1 .0000000 .0000000 /* Marker for body: 1
  2 .0000000 .0000000 /* Marker for body: 2
  2 4.0000000 .0000000 /* Marker for body: 2
```

Arquivo de dados final para pêndulo simples

TITLE CARD

PENDULO SIMPLES

/*

CONTROL CARDS

2 1 0 1 .0000010 /* NB, NJ, NF, NS, EPS

9.8100000 .1000000 .0100000 /* GRAV, TSTEP, HMAX

/*

MASSES AND MASS MOMENTS OF INERTIA

.000000 .000000 /* Mass and Inertia for Body # 1

.000000 .000000 /* Mass and Inertia for Body # 2

/*

APPROXIMATE GLOBAL COORDINATES

.000000 .000000 .000000

42.625000 -.000500 .000000

/*

EXTERNAL FORCES AND TORQUES

.0000 .0000 .0000 /* Ext. force, torque Body: 1

.0000 .0000 .0000 /* Ext. force, torque Body: 2

/*

JOINT DESCRIPTION

1 1 2 /* Rev. Joint. Connect 1 and 2

/*

LOCAL JOINT COORDINATES

/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 1

.000000 .000000 .000000 .000000

/*

NUMBER OF AUTOMATIC GENERATORS

1 /* ACTUAL = 1

/*

GENERATOR DESCRIPTION

1 2 1 /*Links 1 and 2 have a gen. of type 1

/*

LOCAL GENERATOR COORDINATES

/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 1

1.000000 .000000 1.000000 .000000

/*

GENERATOR PARAMETERS

/* DIS, VEL, ACCEL FOR GENERATOR: 1

.0000 -6.2830 .0000

/*

NUMBER OF GRAPHICS MARKERS

3 /* ACTUAL = 3

/*

GRAPHICS COORDINATES

1 .0000000 .0000000 /* Marker for body: 1

2 .0000000 .0000000 /* Marker for body: 2

2 85.250000 -.001000

F) Limpador de Pára-brisa

Arquivos de Dados do ALGOR (Inicial e Final)

Arquivo de dados inicial para o limpador de pára-brisa

TITLE CARD

LIMPADOR DE PARA-BRISA

/*

CONTROL CARDS

9 11 0 2 .0005000 /* NB, NJ, NF, NS, EPS
9807.0000000 .0200000 .0050000 /* GRAV, TSTEP, HMAX

/*

MASSES AND MASS MOMENTS OF INERTIA

.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 1
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 2
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 3
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 4
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 5
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 6
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 7
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 8
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 9

/*

APPROXIMATE GLOBAL COORDINATES

.000000	.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 1
.000000	15.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 2
-110.000000	30.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 3
-190.000000	50.000000	.610000	/* App. C.M. Loc. Body: 4
-165.000000	50.000000	5.670000	/* App. C.M. Loc. Body: 5
-180.000000	75.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 6
-180.000000	55.000000	4.712389	/* App. C.M. Loc. Body: 7
-180.000000	75.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 8
-180.000000	105.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 9

/*

EXTERNAL FORCES AND TORQUES

.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 1
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 2
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 3
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 4
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 5
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 6
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 7
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 8
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 9

/*

JOINT DESCRIPTION

1	1	2	/* Rev. Joint. Connect 1 and 2
1	2	3	/* Rev. Joint. Connect 2 and 3
1	3	4	/* Rev. Joint. Connect 3 and 4

```

1 4 6 /* Rev. Joint. Connect 4 and 6
1 6 5 /* Rev. Joint. Connect 6 and 5
1 5 3 /* Rev. Joint. Connect 5 and 3
1 6 1 /* Rev. Joint. Connect 6 and 1
1 6 7 /* Rev. Joint. Connect 6 and 7
1 7 8 /* Rev. Joint. Connect 7 and 8
1 8 9 /* Rev. Joint. Connect 8 and 9
2 9 6 /* Trans. Joint. Connect 9 and 6

```

```
/*
```

LOCAL JOINT COORDINATES

```

/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 1
.000000 .000000 -15.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 2
15.000000 .000000 115.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 3
-110.000000 .000000 -37.500000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 4
37.500000 .000000 20.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 5
-20.000000 .000000 -37.500000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 6
37.500000 .000000 -30.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 7
.000000 .000000 -180.000000 75.000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 8
.000000 -20.000000 .000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 9
20.000000 .000000 -40.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 10
40.000000 .000000 .000000 .000000
/* XJ1, YJ1, DELTA1, XJ2, YJ2, DELTA2 FOR JOINT: 11
.000000 .000000 .000000 .000000 .000000 1.570800

```

```
/*
```

NUMBER OF AUTOMATIC GENERATORS

```
2 /* ACTUAL = 2
```

```
/*
```

GENERATOR DESCRIPTION

```

1 2 1 /*Links 1 and 2 have a gen. of type 1
6 7 1 /*Links 6 and 7 have a gen. of type 1

```

```
/*
```

LOCAL GENERATOR COORDINATES

```

/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 1
1.000000 1.000000 1.000000 1.000000
/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 2
-2.400000 1.000000 1.000000 1.000000

```

```
/*
```

GENERATOR PARAMETERS

```

/* DIS, VEL, ACCEL FOR GENERATOR: 1
1.4700 6.0000 .0000
/* DIS, VEL, ACCEL FOR GENERATOR: 2
4.7124 .0000 .0000

```

```
/*
```

NUMBER OF GRAPHICS MARKERS

```
29 /* ACTUAL = 29
```

/*

GRAPHICS COORDINATES

1	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 1
1	-180.0000000	75.0000000	/* Marker for body: 1
1	-180.0000000	.0000000	/* Marker for body: 1
1	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 1
2	-15.0000000	.0000000	/* Marker for body: 2
2	15.0000000	.0000000	/* Marker for body: 2
3	115.0000000	.0000000	/* Marker for body: 3
3	-110.0000000	.0000000	/* Marker for body: 3
4	-37.5000000	.0000000	/* Marker for body: 4
4	37.5000000	.0000000	/* Marker for body: 4
5	37.5000000	.0000000	/* Marker for body: 5
5	-37.5000000	.0000000	/* Marker for body: 5
6	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 6
6	.0000000	-20.0000000	/* Marker for body: 6
6	.0000000	60.0000000	/* Marker for body: 6
6	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 6
6	20.0000000	.0000000	/* Marker for body: 6
6	-20.0000000	.0000000	/* Marker for body: 6
6	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 6
7	.0000000	.0000000	/* Marker for body: 7
7	20.0000000	.0000000	/* Marker for body: 7
8	40.0000000	.0000000	/* Marker for body: 8
8	-40.0000000	.0000000	/* Marker for body: 8
9	-40.0000000	.0000000	/* Marker for body: 9
9	-40.0000000	3.0000000	/* Marker for body: 9
9	100.0000000	3.0000000	/* Marker for body: 9
9	100.0000000	-3.0000000	/* Marker for body: 9
9	-40.0000000	-3.0000000	/* Marker for body: 9
9	-40.0000000	.0000000	/* Marker for body: 9

/*

NUMBER OF CIRCLE DEFINITIONS

2 /* ACTUAL = 2

/*

CIRCLE DEFINITIONS

1	-180.000000	75.000000	28.333000	/* CIRCLE ON BODY: 1
7	.000000	.000000	8.333300	/* CIRCLE ON BODY: 7

Arquivo de dados final para o limpador de pára-brisa

TITLE CARD

LIMPADOR DE PARA-BRISA

/*

CONTROL CARDS

9 11 0 2 .0005000 /* NB, NJ, NF, NS, EPS
9807.0000000 .0200000 .0050000 /* GRAV, TSTEP, HMAX

/*

MASSES AND MASS MOMENTS OF INERTIA

.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 1
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 2
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 3
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 4
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 5
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 6
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 7
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 8
.000000	.000000	/* Mass and Inertia for Body # 9

/*

APPROXIMATE GLOBAL COORDINATES

.000000	.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 1
.000000	15.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 2
-110.000000	30.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 3
-190.000000	50.000000	.610000	/* App. C.M. Loc. Body: 4
-165.000000	50.000000	5.670000	/* App. C.M. Loc. Body: 5
-180.000000	75.000000	.000000	/* App. C.M. Loc. Body: 6
-180.000000	55.000000	4.712389	/* App. C.M. Loc. Body: 7
-180.000000	75.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 8
-180.000000	105.000000	1.570800	/* App. C.M. Loc. Body: 9

/*

EXTERNAL FORCES AND TORQUES

.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 1
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 2
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 3
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 4
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 5
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 6
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 7
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 8
.0000	.0000	.0000	/* Ext. force, torque Body: 9

/*

JOINT DESCRIPTION

1	1	2	/* Rev. Joint. Connect 1 and 2
1	2	3	/* Rev. Joint. Connect 2 and 3
1	3	4	/* Rev. Joint. Connect 3 and 4
1	4	6	/* Rev. Joint. Connect 4 and 6
1	6	5	/* Rev. Joint. Connect 6 and 5
1	5	3	/* Rev. Joint. Connect 5 and 3
1	6	1	/* Rev. Joint. Connect 6 and 1
1	6	7	/* Rev. Joint. Connect 6 and 7
1	7	8	/* Rev. Joint. Connect 7 and 8
1	8	9	/* Rev. Joint. Connect 8 and 9

```

2 9 6 /* Trans. Joint. Connect 9 and 6
/*
LOCAL JOINT COORDINATES
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 1
.000000 .000000 -15.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 2
15.000000 .000000 115.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 3
-110.000000 .000000 -37.500000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 4
37.500000 .000000 20.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 5
-20.000000 .000000 -37.500000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 6
37.500000 .000000 -30.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 7
.000000 .000000 -180.000000 75.000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 8
.000000 -20.000000 .000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 9
22.000000 .000000 -42.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, XJ2, YJ2 FOR JOINT: 10
50.000000 .000000 10.000000 .000000
/* XJ1, YJ1, DELTA1, XJ2, YJ2, DELTA2 FOR JOINT: 11
.000000 .000000 .000000 .000000 .000000 1.570800
/*
NUMBER OF AUTOMATIC GENERATORS
2 /* ACTUAL = 2
/*
GENERATOR DESCRIPTION
1 2 1 /*Links 1 and 2 have a gen. of type 1
6 7 1 /*Links 6 and 7 have a gen. of type 1
/*
LOCAL GENERATOR COORDINATES
/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 1
1.000000 1.000000 1.000000 1.000000
/* XG1, YG1, XG2, YG2 FOR GENERATOR: 2
-2.400000 1.000000 1.000000 1.000000
/*
GENERATOR PARAMETERS
/* DIS, VEL, ACEL FOR GENERATOR: 1
1.4700 6.0000 .0000
/* DIS, VEL, ACEL FOR GENERATOR: 2
4.7124 .0000 .0000
/*
NUMBER OF GRAPHICS MARKERS
29 /* ACTUAL = 29
/*
GRAPHICS COORDINATES
1 .000000 .000000 /* Marker for body: 1
1 -180.000000 75.000000 /* Marker for body: 1
1 -180.000000 .000000 /* Marker for body: 1
1 .000000 .000000 /* Marker for body: 1
2 -15.000000 .000000 /* Marker for body: 2

```

```

2  15.0000000 .0000000 /* Marker for body: 2
3  115.0000000 .0000000 /* Marker for body: 3
3  -110.0000000 .0000000 /* Marker for body: 3
4  -37.5000000 .0000000 /* Marker for body: 4
4  37.5000000 .0000000 /* Marker for body: 4
5  37.5000000 .0000000 /* Marker for body: 5
5  -37.5000000 .0000000 /* Marker for body: 5
6  .0000000 .0000000 /* Marker for body: 6
6  .0000000 -20.0000000 /* Marker for body: 6
6  .0000000 62.0000000 /* Marker for body: 6
6  .0000000 .0000000 /* Marker for body: 6
6  20.0000000 .0000000 /* Marker for body: 6
6  -20.0000000 .0000000 /* Marker for body: 6
6  .0000000 .0000000 /* Marker for body: 6
7  .0000000 .0000000 /* Marker for body: 7
7  22.0000000 .0000000 /* Marker for body: 7
8  40.0000000 .0000000 /* Marker for body: 8
8  -42.0000000 .0000000 /* Marker for body: 8
9  -40.0000000 .0000000 /* Marker for body: 9
9  -40.0000000 3.0000000 /* Marker for body: 9
9  100.0000000 3.0000000 /* Marker for body: 9
9  100.0000000 -3.0000000 /* Marker for body: 9
9  -40.0000000 -3.0000000 /* Marker for body: 9
9  -40.0000000 .0000000 /* Marker for body: 9

```

```
/*
```

```
NUMBER OF CIRCLE DEFINITIONS
```

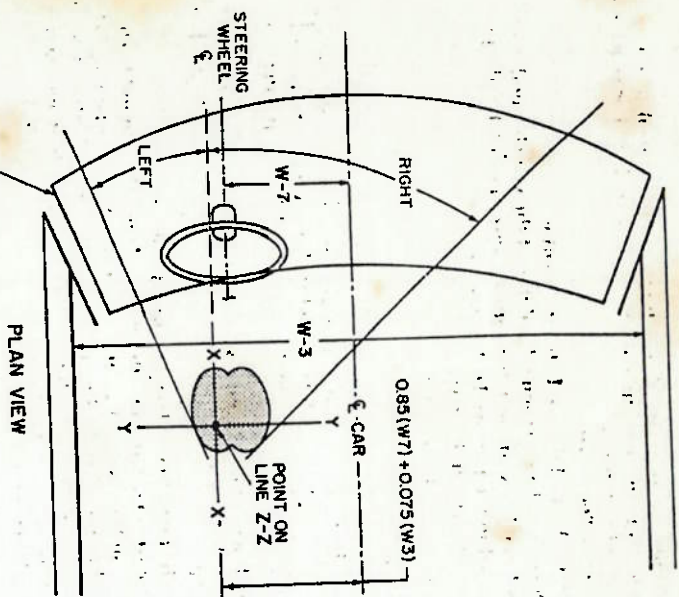
```
2 /* ACTUAL = 2
```

```
/*
```

```
CIRCLE DEFINITIONS
```

```
1 -180.000000 75.000000 31.166630 /* CIRCLE ON BODY: 1
7 .000000 .000000 9.166630 /* CIRCLE ON BODY: 7
```

G) Norma SAE para Limpadores de Pára-Brisa



WINDSHIELD
GLAZING SURFACE

PLAN VIEW

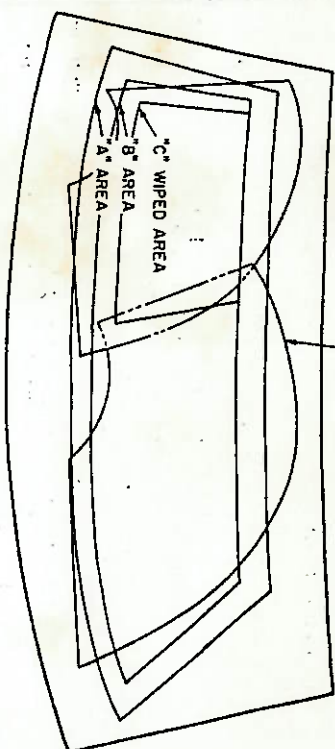
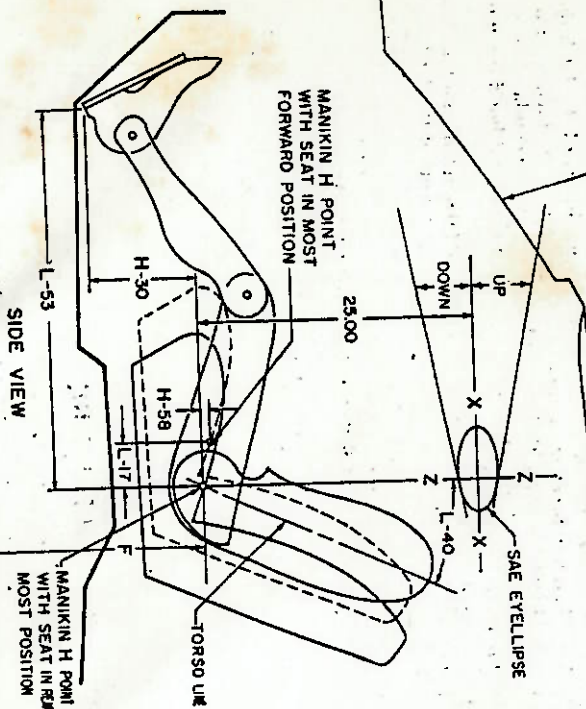


TABLE 1—AREA TO BE WIPED

Area	Min Percent Wiped	Angles, deg			
		Left	Right	Up	Down
A	80	18	56	10	5
B	95	14	53	5	3
C	100	10	15	5	1