



PEF5734: Projeto de Estruturas de Aço Compostas por Perfis de Seção Aberta e Parede Delgada
Profs: Eduardo M. B. Campello e Júlio Fruchtengarten

ROTEIRO DE UTILIZAÇÃO DOS PROGRAMAS GiD/PEFSYS

GiD: programa de visualização de modelos numéricos (pré- e pós-processamentos).

PEFSYS: programa de solução de modelos de elementos finitos de sólidos e estruturas (análise não linear).

No que segue, as palavras em *itálico* referem-se a comandos, campos ou nomes que aparecem nas janelas e botões do GiD.

Instalando o GiD e os arquivos de interface com o PEFSYS:

1. Baixe o GiD 11.0.6 em www.gidhome.com e instale-o em seu computador (não é recomendado baixar versões mais recentes, pois a maioria não é compatível com este tutorial). Baixe a versão oficial: ela pode ser utilizada gratuitamente no modo *Evaluation* (desde que limitado a 1000 nós).
2. Na pasta em que o GiD foi instalado em seu computador, localize a subpasta *problemtypes*, e nela cole as pastas *PEFSYS_6DOFs_rod.gid* e *PEFSYS_7DOFs_rod.gid*. Pronto, você já pode começar a utilizar o GiD.

OBS: Em algumas versões do GiD, sempre que você abrir o programa aparecerá uma janela perguntando pelo número do registro. Não se preocupe: selecione *Local machine* e, na janela seguinte, clique em *Evaluation*.

Gerando um modelo no GiD (pré-processamento):

1. Ao abrir o GiD, ir no menu *Data* e selecionar *Problem type => PEFSYS_6DOFs_rod* ou *PEFSYS_7DOFs_rod*. **ESSA DEVE SER SEMPRE A PRIMEIRA COISA A SE FAZER.**
2. Ir em *Data => Problem data* e entrar com os dados gerais do problema (título da análise, número de malhas, etc). Atentar para os campos *Number of cross sections to be defined* e *Number of local systems to be defined*, que devem ser preenchidos de acordo com o problema. Os demais campos desta janela, em geral, podem ficar com os valores default que aparecem.
3. Recomenda-se neste momento já salvar o seu modelo em *Files => Save as*. O GiD criará um projeto (que nada mais é do que uma pasta) onde armazenará todas as informações do seu modelo (geometria, malha, materiais, condições de contorno, etc).
4. Entrar com a geometria do modelo utilizando as ferramentas de definição de pontos, linhas, etc do GiD. Havendo dificuldade, buscar ajuda no menu *Help => Help*.
5. Definir os materiais no menu *Data => Materials*. Aparecerá uma pequena janela onde, no topo à esquerda, seleciona-se o número de identificação do material (até 5 materiais diferentes são permitidos nesta versão). Logo abaixo, seleciona-se o tipo de material (o default é *linear elastic rod*, que



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica

- corresponde à equação constitutiva $\sigma^r = \mathbf{D}_L \epsilon^r$) e entra-se com os valores de E e G correspondentes. Atribuir os materiais definidos a cada linha do modelo, em *Assign => Lines*.
6. Definir as seções transversais no menu *Data => Conditions*. Aparecerá uma janela onde, no canto superior à esquerda, deve-se clicar no botão que contém o desenho de uma linha. Logo abaixo dele, selecionar *assign cross section*. Para cada seção transversal a ser definida: entrar com o número de identificação da seção, com o tipo da seção (o default é *elastic rod section* ou *vlasov elastic rod section*, que correspondem à seção da equação constitutiva $\sigma^r = \mathbf{D}_L \epsilon^r$ para a teoria de barras com 6 e 7 GDLs, respectivamente) e com as propriedades da seção (todas devem ser referentes ao sistema local adotado). Ao final, atribuir a seção a uma ou mais linhas do modelo em *Assign*. Repetir tantas vezes quanto for o número de seções do modelo.
 7. Definir os sistemas locais no menu *Data => Conditions*. Na janela que aparece, clicar no botão do canto superior à esquerda que contém o desenho de uma linha e, logo abaixo dele, selecionar *assign local system*. Para cada sistema local a ser definido: entrar com o número de identificação do sistema e com as três componentes do vetor que define o sistema local (o default é $[1, 0, 0]$). Atribuir o sistema a uma ou mais linhas do modelo em *Assign*. Repetir tantas vezes quanto for o número de sistemas locais necessários para o modelo.
 8. Definir as condições de contorno essenciais (vínculos ou restrições de movimento) no menu *Data => Conditions*. Na janela que aparece, clicar no botão do canto superior à esquerda que contém o desenho de um ponto. Logo abaixo dele, selecionar *Apply constraint on points*, e clicar no(s) grau(s)-de-liberdade que se deseja restringir. Em seguida, atribuir essas restrições a um ou mais pontos do modelo, em *Assign*.
 9. Definir as condições de contorno naturais (carregamentos) no menu *Data => Conditions*. Na janela que aparece, clicar no botão do canto superior à esquerda que contém o desenho de um ponto, selecionar *Apply concentrated load*, e entrar com os carregamentos concentrados (forças e momentos), se houver. Atribuir esses carregamentos a um ou mais pontos em *Assign*. Havendo carregamentos distribuídos, clicar no botão do canto superior à esquerda que contém o desenho de uma linha, selecionar *apply distributed load* e entrar com os valores correspondentes (forças e momentos). Atribuir esses carregamentos a uma ou mais linhas do modelo em *Assign*.
 10. Salvar periodicamente o seu modelo em *Files => Save* ou *Files => Save as*.
 11. Atribuir o número de elementos a serem gerados em cada linha no menu *Mesh => Structured => Lines => Assign number of cells*. Aparecerá uma pequena janela, onde se deve entrar com o número desejado de elementos e em seguida atribuir esse número a uma ou mais linhas em *Assign*. Todas as linhas precisam ter um número de elementos atribuído. (OBS: ao terminar de atribuir um número de elementos a uma determinada linha, deve-se apertar <ESC> para efetivar a atribuição; por algum motivo, o GiD entende <ESC> como <ENTER> nesse caso).
 12. Informar ao GiD o tipo de elemento que você deseja (se de interpolação linear ou quadrática). Nesse curso, recomenda-se a utilização de elementos lineares apenas: ir em *Mesh => Quadratic type => Normal*. O GiD entende “Normal” como sendo o elemento linear (i.e., de dois nós).
 13. Gerar a malha no menu *Mesh => Generate mesh*. Ignorar a janela que aparece clicando em *OK*. Nesse momento, aparecerá outra janela com informações sobre a malha gerada, no fim da qual se deve clicar em *View Mesh*. Se a malha tiver sido corretamente gerada, as linhas do seu modelo mudarão de cor



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica

- (possivelmente para verde), indicando que, além de serem entidades geométricas, possuem também elementos finitos a elas associados.
14. Para visualizar a numeração de nós e elementos do modelo, ir no menu *View => Label => All*. Você pode ainda visualizar o modelo sob diferentes perspectivas, em *View => Rotate*, selecionando lá qualquer das oito opções possíveis.
 15. Gerar o arquivo de entrada para o PEFSYS no menu *Files => Export => Calculation File*. **CUIDADO: esse arquivo deve ser gerado com o tipo “All files” e a extensão “inp”. Seu nome deve ter no máximo 8 caracteres (exemplo de arquivo de entrada: file.inp)**. Para facilitar este tutorial, recomenda-se que o arquivo de entrada seja gerado dentro da pasta do seu projeto GiD.
 16. OBS: Por uma falha interna, ao gerar o arquivo de entrada o GiD atribui o número “1” ao sistema local de todos os elementos, mesmo que o elemento pertença a uma linha cujo sistema local tenha outro número. Solução: abrir o arquivo de entrada gerado, checar a numeração do sistema local de cada elemento e, se necessário, fazer as correções manualmente, atribuindo o número desejado.

Resolvendo um modelo com o PEFSYS:

1. Para facilitar, colar o arquivo executável do PEFSYS (PEFSYS_rod_elements_and_GiD_output.exe) na pasta do seu projeto GiD. Isso não é obrigatório, mas facilita o gerenciamento dos arquivos.
2. Rodar o PEFSYS (duplo clique no executável).
3. Após o término da solução, o PEFSYS terá criado 5 arquivos na pasta do seu projeto GiD, todos com o mesmo nome do arquivo de entrada mas com diferentes extensões:
 - file.ERR: arquivo onde são impressos avisos e eventuais mensagens de erro;
 - file.MSH: arquivo que contém as coordenadas dos nós da malha deformada (será utilizado pelo GiD para visualização da configuração deformada);
 - file.RES: arquivo que contém os resultados do modelo em cada passo de carregamento, i.e., contém os deslocamentos, as rotações e os esforços internos (será utilizado pelo GiD no pós-processamento);
 - file.RST: arquivo que contém as mesmas informações do file.RES porém num formato mais simples, que o GiD não consegue ler (o PEFSYS só irá imprimir informações nesse arquivo se a opção *pefsys_format* for selecionada quando da definição dos dados gerais do modelo);
 - file.OUT: arquivo utilizado para imprimir dados auxiliares (matriz de rigidez de um determinado elemento, etc). Nesta versão do PEFSYS, nenhuma informação será impressa nesse arquivo.
4. Checar se há algum aviso ou mensagem de erro no arquivo file.ERR.

Visualizando os resultados de um modelo após a sua solução (pós-processamento):

1. Após a solução pelo PEFSYS, ir à pasta do projeto GiD e trocar o nome dos arquivos file.RES e file.MSH para nome_do_projeto_GiD.post.RES e nome_do_projeto_GiD.post.MSH, respectivamente (atenção: aqui, nome_do_projeto_GiD deve ser o mesmo nome dado ao projeto GiD no passo 3 do pré-processamento; se você não fizer isto, o GiD não plotará os resultados da sua análise).



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica

2. Da tela do GiD, entrar no pós-processador selecionando *Files => Postprocess*. A malha indeformada será carregada na tela.
3. Para visualizar a estrutura deformada, ir em *Window => View results*. Aparecerá uma janela com 3 menus superiores. No menu *Main Mesh*, selecionar *Deformed* e, na opção *Result*, selecionar *translations*. Colocar o fator desejado em *factor*. (Obs: em análise não linear, recomenda-se sempre adotar fator 1.0, para que os deslocamentos da estrutura sejam sempre plotados em escala real).
4. Para visualizar outros resultados (campos de deslocamentos, isolinhas, esforços internos, diagramas de esforços solicitantes, gráfico de alguma grandeza nodal, etc), utilizar as diversas opções do menu *View Results*. O usuário pode controlar a visualização de muitas maneiras. Para maiores detalhes, ir no menu *Options* ou em *Help => Help*. Exemplo:
 - Diagramas: *View results => Line Diagrams => Scalar =>* opção desejada. Para que os valores dos esforços sejam plotados junto aos diagramas, ir em *Options => Line Diagrams => Show elevations => Contour filled*.

OBSERVAÇÕES GERAIS:

- Tomar muito cuidado na hora de entrar com as coordenadas do vetor que define o sistema local: um sistema mal definido pode levar a resultados inesperados ou, até mesmo, conduzir a uma matriz de rigidez que tenha jacobiano negativo.
- Sempre olhar se há algum aviso ou mensagem de erro no arquivo file.ERR.
- **Sempre que você rodar no PEFSYS um modelo que já havia sido rodado anteriormente, não se esqueça de trocar o nome do novo arquivo de resultados, de file.RES para nome_do_projeto_GiD.post.RES. Se você não fizer isso, na hora do pós-processamento o GiD irá carregar os resultados da análise anterior.**
- É boa prática SEMPRE APAGAR (ou então restringir os deslocamentos e rotações de) PONTOS GERADOS NO GiD QUE NÃO FOREM UTILIZADOS pela estrutura (a depender da situação, o PEFSYS até poderá vincular este ponto, para que ele não fique sem rigidez associada, mas é mais seguro não contar com isso).
- Em alguns computadores, pode acontecer de o GiD ficar sem responder aos seus comandos após alguns minutos de trabalho. Nesse caso, feche a janela do programa clicando no X vermelho no canto superior direito da tela (este será o único botão ativo). A opção de salvar será oferecida.