
MESTRADO

- Título:** Otimização de Condições Operacionais do Processo de Enriquecimento do Urânio por Troca Iônica – Análise e Ajuste de Modelos
- Autor:** Márcio Paes de Barros
- Orientador:** Pedro Paulo Nunes
- Co-Orientador:** Afonso Rodrigues Marques
- Local da defesa:** IME - Instituto Militar de Engenharia
- Data da defesa:** 20/12/1996

Os métodos de separação isotópica de urânio atualmente utilizados envolvem, em sua maioria, métodos físicos que aproveitam a diferença de massa entre os isótopos para efetuar a separação. Embora ainda não sejam utilizados em escala industrial, os métodos químicos de separação, que se baseiam nas pequenas diferenças de propriedades químicas dos isótopos, apresentam um potencial bastante promissor. Atualmente, o Japão conta com uma instalação semi industrial de separação isotópica de urânio, por cromatografia de troca iônica, utilizando-se da reação de troca de elétrons, entre estados de oxidação diferentes.

Neste trabalho foram analisadas as condições de estabilidade de adsorção, no processo de enriquecimento químico por cromatografia de oxiredução. Foram obtidas isotermas de adsorção para os íons relevantes ao processo, na faixa de temperatura de 30° C a 90° C. A cinética de troca iônica do Fe (III) e U (VI), na temperatura de 80° C, também foi estudada, além das determinações das condições ótimas relacionadas a velocidade de deslocamento da banda. Com base na avaliação de parâmetros predeterminados, foi desenvolvida uma metodologia para a determinação da concentração do agente oxidante. Finalmente, foi realizada uma experiência de deslocamento cromatográfico, com o objetivo de verificar o método proposto.

Título: **Formulação Estendida da Síntese de Controle Robusto Prcbi - Aplicação Na Pilotagem De Misseis**

Autor: Cap QEM José Vicente Medlig de Sousa

Orientador: Cel R/1 Qem Geraldo Magela Pinheiro Gomes, Dr. Ensae

Co-orientador: Cap Qem Paulo César Pellanda, M.c.

Local da defesa: Instituto Militar De Engenharia - Rio De Janeiro - RJ

Data da defesa: 20 De Dezembro De 1996

Esta tese apresenta a modelagem em espaço de estados de um sistema de pilotagem automática de um míssil solo-ar e a aplicação da síntese PRCBI (*“Parameter Robust Control by Bayesian Identification”*) visando obter um controlador parametricamente robusto.

Uma vez que o modelo do míssil apresenta uma matriz de transferência direta da entrada para a saída, também dependente de parâmetros sensíveis da planta, é apresentada uma formulação matemática estendida, capaz de abranger todas as matrizes do modelo.

Buscou-se, além disso, obter controladores que conjuguem robustez em estabilidade com a robustez em desempenho para o modelo do míssil.

Título: **Aperfeiçoamento dos Métodos de Processamento do Sinal de Radar Aplicado à Detecção de Proximidade**

Autor: Cap QEM Alexandre Pimentel Mendonça

Orientador: Luiz Antônio de Moraes Filho

Local da defesa: Instituto Militar de Engenharia

Data da defesa: 23/12/1996

Foi implementado um sistema digital de processamento do sinal de radar aplicável a uma espoleta de proximidade. Tal espoleta é um dos componentes do míssil solo-ar (M.S.A.) em desenvolvimento no IPD.

Em 1993, foi apresentada no IPD uma primeira proposta de projeto analógico para o sistema. Em seguida, tal concepção foi implementada em circuito impresso e começou-se uma bateria de testes.

Os testes com o protótipo foram relevantes para a aceitação técnica parcial da filosofia do projeto, isto quanto aos princípios de radar. Porém, a implementação analógica apontou alguns aspectos negativos, dentre eles a necessidade de ajuste em muitos componentes e o alto nível de ruído gerado por osciladores, amplificadores operacionais, etc. . Além disto, a constante evolução do projeto do míssil pode requerer a alteração de algum parâmetro de detecção, ocasionando todo um novo ajuste ou alteração da placa analógica. Assim sendo, o projeto digital seria uma questão de tempo, pois qualquer adaptação tomar-se-ia uma alteração em software (*“firmware”*), o que é menos caro e complexo.

As etapas do trabalho de tese resumiram-se principalmente em adaptar os princípios do primeiro protótipo analógico a um projeto digital-, na busca de um método para cálculo de uma forma de pulso FM modulante que torne a filiação espacial de alvos mais eficiente, consistindo na implementação de um algoritmo que reduz a resposta dos lóbulos espaciais além da distância mínima exigida para a detecção de proximidade; na pesquisa, com posterior aplicação, de um algoritmo para a detecção ou não do alvo próximo e, caso seja detectado o alvo, para a estimação da distância e velocidade radial relativa; e na implementação em software de um simulador para o sistema.

Como já citado, a atual versão analógica da placa de processamento do sinal de radar possui alguns inconvenientes. Uma versão digital descarta os inconvenientes citados, já que as filtragens são efetuadas por filtros digitais, o ruído pela redução do número de componentes indutivos e osciladores e toda alteração no projeto passa a ser a nível de software.

Simulações aprovaram o sistema. Há a perspectiva de utilizá-lo em versões futuras do M.S.A., em desenvolvimento no IPD.

Título: As Mudanças Metodológicas no Desenvolvimento de Novos Produtos.

Autor: Nelsom Jose Veiga de Magalhães

Orientado: Carlos Augusto de Alcantara Gomes, D. Sc.

Co-Orientador: Luiz Eduardo Gouvêa Alves, M. Sc.

Data da Defesa: 23/12/1996

No escopo deste trabalho é desenvolvida uma organização para as árvores do produto, configurações do produto e sistemas do produto com o intuito de fazer suporte ao sistema de desenvolvimento de novos produtos e sua otimização, dentro do conceito de produção modular estruturada.

O sistema de construção modular é um método que permite projetar de maneira a se obter uma rápida adaptação a desejos especiais dos clientes, tomando a produção flexível e em quantidades crescentes com baixo custo.

Um estudo sobre o gerenciamento de configurações e suas interfaces com processos computacionais é apresentado, bem como uma política de desenvolvimento de novos produtos, juntamente com conceitos para se realizar o “start-up” nos trabalhos de documentação e organização final do produto.

Integramos neste trabalho dois conceitos importantes: o de autonomia e produção, que fazem parte de todo um contexto de Percepção da Qualidade.

Título: “Metodologia de aplicação do Controle Estático da Qualidade para Melhoria de Processos”
Curso: Sistemas e Computação
Autor: Marcelo Nunes de Souza
Orientado: Paulo Afonso Lopes da Silva
Local da defesa: IME - Instituto Militar de Engenharia
Data da defesa: 27/12/1996

Este trabalho surgiu da necessidade de se estabelecer e desenvolver novas formas de controlar e melhorar a qualidade de processos, tendo como base o controle estatístico da qualidade.

O trabalho apresenta uma metodologia de aplicação do controle estatístico da qualidade sobre resultados gerados por um processo de modo que seu desempenho real e seu desempenho desejado possam ser comparados, ações corretivas possam ser propostas e realizadas quando necessário e oportunidades de melhoria possam ser aproveitadas.

A abordagem proposta está baseada em fundamentos, conceitos e técnicas do controle e melhoria da qualidade e da probabilidade e estatística.

Título: Modelagem e Controle Robusto Paramétrico de Reatores Nucleares
Aluno: Cap Qem Carlos Eduardo da Mota Góes
Orientador: Tc Qem Jaime de Carvalho Gonçalves Júnior - M. C. (Ipe)
Co-orientador: Cel R/1 Geraldo Magela Pinheiro Gomes – Dr. Ensaé (IME)

Este trabalho propõe um sistema de controle robusto em tempo discreto para um reator nuclear do tipo P” (“*Pressurized Water Reactor*”). O projeto deste sistema decorre da aplicação da síntese PRCBI (“*Parameter Robust Control by Bayesian Identification*”) (GOMES, 1991), que se constitui numa nova técnica de Controle Robusto de natureza temporal. A síntese PRCBI utiliza como fundamento teórico a estreita relação existente entre má qualidade de identificação paramétrica e boa robustez em estabilidade de um sistema, tendo por objetivo fornecer à malha fechada uma estabilidade robusta a variações de parâmetros da planta.

A fim de se simular o processo nuclear e de se aplicar a síntese PRCBI, apresenta-se uma modelagem completa para o reator no espaço de estados. O modelo resultante, do tipo NHMO (“*Multiple-Input Multiple-Output*”), é representado por um conjunto de cinco equações diferenciais ordinárias não-lineares de primeira ordem, e considera: (a) as equações de cinética pontual com um único grupo de nêutrons atrasados; (b) duas equações de conservação de energia: uma para o combustível e outra para o refrigerante; (c) uma entrada de reatividade externa devido às barras de controle; e (d) uma segunda entrada externa, representada pela vazão mássica de refrigerante. Uma versão linearizada do modelo MINO, calcu-

lada em torno de um ponto de operação em estado estacionário, é utilizada na análise e síntese de controle.

São projetados alguns controladores robustos PRCBI de forma que a malha fechada alie rastreamento e regulação na presença de perturbações estruturadas na planta. Cada ganho de controlador resulta da minimização do critério de desempenho da síntese PRCBI, realizada por técnicas de programação não-linear. Apresentam-se dois diferentes problemas de otimização: um sem restrições e outro sujeito a uma restrição de período do reator. Os resultados de simulação digital mostram que as soluções de ambos os problemas conduzem a controladores com estabilidade robusta, mas apenas os controladores resultantes da minimização com restrição fornecem um desempenho temporal satisfatório.

Título: Análise Dinâmica de Mecanismos Flexíveis Planos.

Autor: Armando Morado Ferreira, Cap QEM.

Orientador: Clódio Alberto Pasto Sarzeto, D. Se.

Local da Defesa: Instituto Militar de Engenharia.

Data da Defesa: 17/1/1997.

O trabalho descreve uma formulação para a análise dinâmica, direta e inversa, de mecanismos planos cujos corpos podem ser rígidos ou flexíveis, em cadeia aberta ou fechada, submetidos a restrições holonômicas e com juntas sem massa e flexibilidade. Os corpos flexíveis são sujeitos a pequenas deformações e grandes deslocamentos de translação e/ou rotação.

A cada corpo flexível estão associadas coordenadas de referência, medidas em um referencial inercial global, e coordenadas elásticas medidas em um referencial flutuante local adequado. Os corpos flexíveis são discretizados segundo o método dos elementos finitos e as juntas são modeladas por equações de restrições cinemáticas. O princípio dos trabalhos virtuais para a dinâmica é aplicado para obtenção de equações variacionais de movimento que juntamente com as equações de restrições cinemáticas levam a um sistema diferencial-álgebraico de equações de movimento.

Descreve-se um algoritmo para obtenção e solução numérica das equações de movimento. Neste algoritmo um pré-processador avalia características estruturais invariantes, e admitindo uma partição de variáveis pré-determinada entre variáveis dependentes e independentes faz-se uma redução para primeira ordem das equações diferenciais e são empregados os métodos de Runge-Kutta ou Hamnúng para o processo de integração, juntamente com o algoritmo de Newton-Raphson para correção das coordenadas dependentes e de suas velocidades.

As forças de restrição são obtidas através dos multiplicadores de Lagrange .

São apresentados resultados para mecanismos cursor-manivela e manipulador de um braço,

Título: Caracterização e Desempenho de Insertos de Cerâmica Avançada
Autor: Carlos Eduardo Martins Mesquita
Orientador: Luís Henrique Leme Louro
Co-Orientador: José Carlos da Rocha
Local da Defesa: IME - Instituto Militar de Engenharia
Data da defesa: 17/1/1997

Cerâmicas à base de alumina, reforçadas com zircônia, foram produzidas na forma de insertos para ferramenta de corte. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar os insertos bem como o seu desempenho em serviço.

Adições de zircônia monoclinica variando de 0,05 até 0,20% em peso, foram feitas na alumina de modo a selecionar aquela que apresentasse melhor desempenho mecânico.

Para isso, medidas de resistência mecânica, dureza e tenacidade à fratura foram realizadas, obtendo-se um valor ótimo de adição para 0,10% em peso de zircônia.

A composição química dos insertos foi constituída por uma alumina de alta pureza (A-16 SG da ALCOA), misturada com 0,10% em peso de zircônia monoclinica. A adição da zircônia à alumina objetivou conferir maior tenacidade ao inserto via reforço pelo mecanismo de microtrincamento.

Como regulador do tamanho de grão do inserto usou-se óxido de magnésio. Os insertos de alumina reforçada foram comparados com insertos da alumina sem reforço.

Os insertos produzidos foram submetidos a teste de usinagem de um aço SAE 1045 e os resultados obtidos mostraram que o reforço com zircônia melhorou sensivelmente o desempenho da ferramenta.

Título: Análise de Desempenho de Sistemas de Guiamento de Mísseis Solo-Ar
Autor: Gian Karlo Huback Macedo de Almeida – CT (EN)
Orientador: Mauro Speranza Neto – D. C.
Co-orientador: Edson da Silva Souza – CC (FN) M.C.
Local da Defesa: IME - Instituto Militar de Engenharia
Data da Defesa: 17/1/97.

Este trabalho apresenta um estudo comparativo do desempenho de sistemas de guiamento de mísseis táticos solo-ar. É desenvolvida a modelagem, simulação e análise de dois sistemas de guiamento: sistema de autoguiamento direto com “homing” ativo, regido pela lei de guiamento por navegação proporcional (sistema NP), e sistema de autoguiamento indireto sobre o feixe diretor, regido pela lei de guiamento por alinhamento (sistema LOS).

Os modelos obtidos permitem a simulação e análise do comportamento dinâmico dos sistemas de guiamento, a partir de trajetórias pré-especificadas de alvos fictícios, tanto no plano como no espaço.

O estudo é desenvolvido mediante a abordagem da Teoria de Controle Clássico, tendo-se utilizado durante as simulações dos engajamentos o programa SIMULINK, extensão do MATLAB for Windows.

As figuras 1 e 2 apresentam o diagrama de blocos dos sistemas NP e LOS. A modelagem inclui:

- Geração de uma cinemática de alvo capaz de representar teatros de operações típicos de engajamentos contra ameaças aéreas;

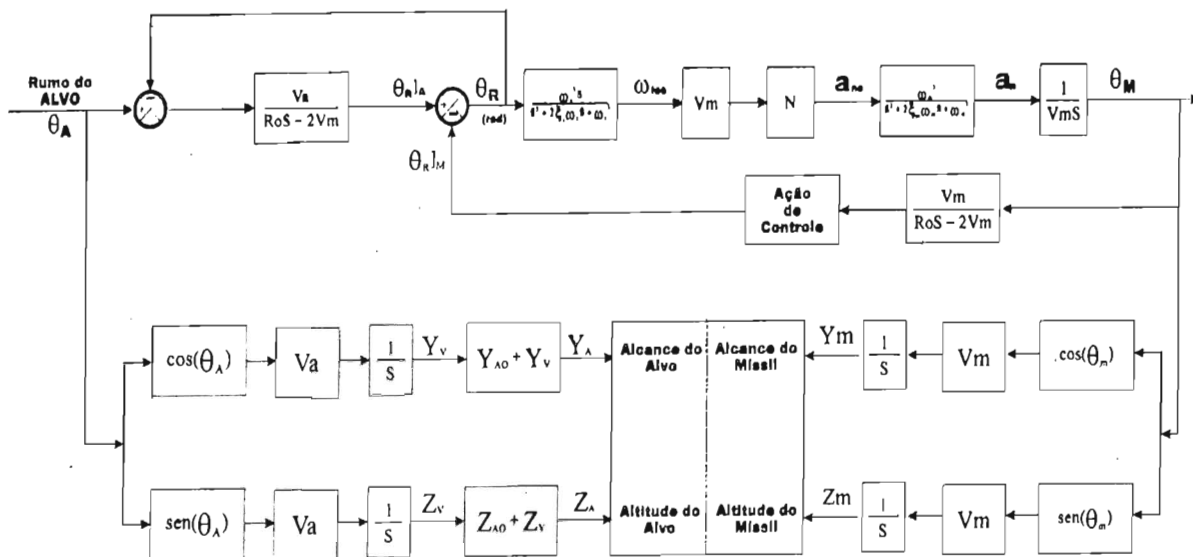


Figura 1 – Sistema Global NP.

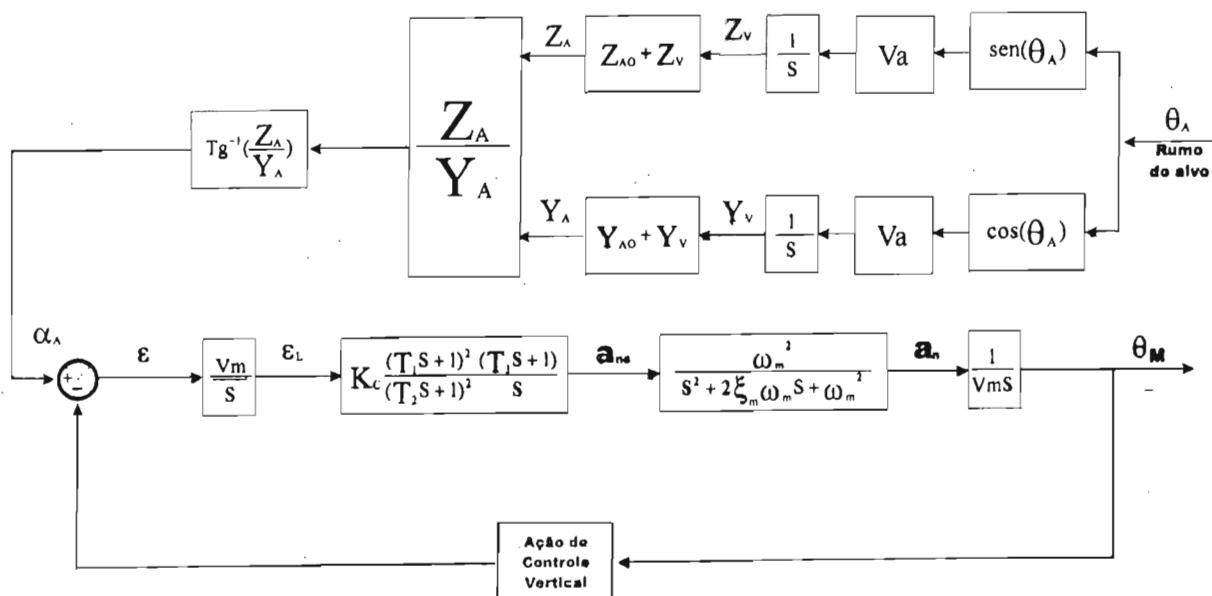


Figura 2 – Sistema Global LOS.

- Modelagem da "Homing Flead" como elemento elaborador do sinal de velocidade angular da linha de visada míssil-alvo (sistema NP)
- implementação da função transferência do pacote eletrônico do míssil.
- Dinâmica do míssil, incluindo as funções do piloto automático e a resposta aerodinâmica da fuselagem

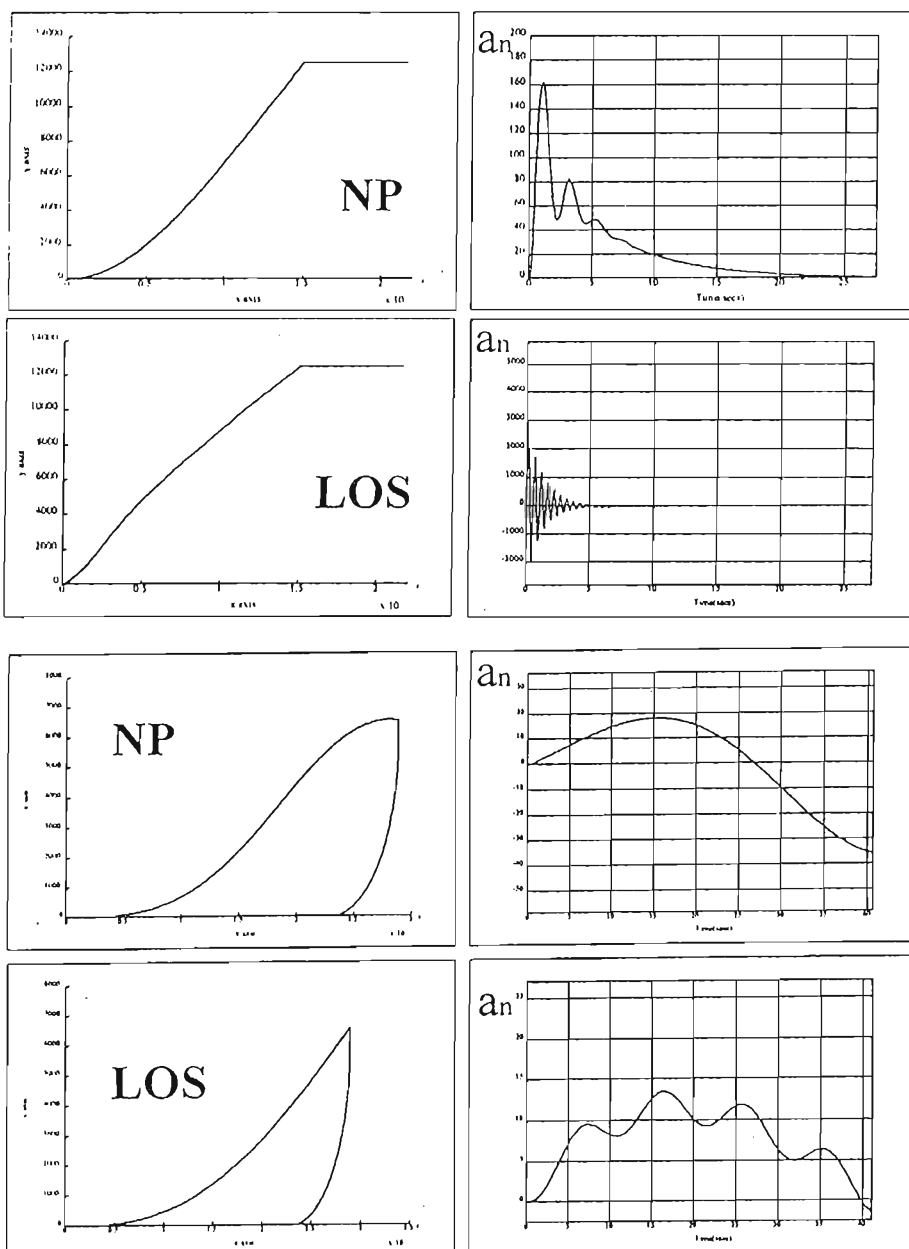


Figura 3 – SCurvas de Engajamento e Acelerações Normais.

– Modelagem das funções do radar de acompanhamento como elemento sensor da cinemática do alvo e elaborador dos sinais de erro de marcação e distância entre míssil e alvo (.sistema LOS)

A figura 3 apresenta algumas simulações de engajamento e as respectivas curvas de aceleração normal desenvolvida pelo míssil. Analisando-se a trajetória de interceptação dos dois sistemas, observa-se que o sistema NP possui uma maior inércia de aquisição do rumo da fase terminal, gerando um esboço parabólico no primeiro quarto do tempo de vôo. No sistema LOS, tal aquisição se faz de forma mais rápida, às custas da demanda de acelerações laterais extremamente elevadas.

A figura 4 apresenta algumas simulações de engajamento no espaço.

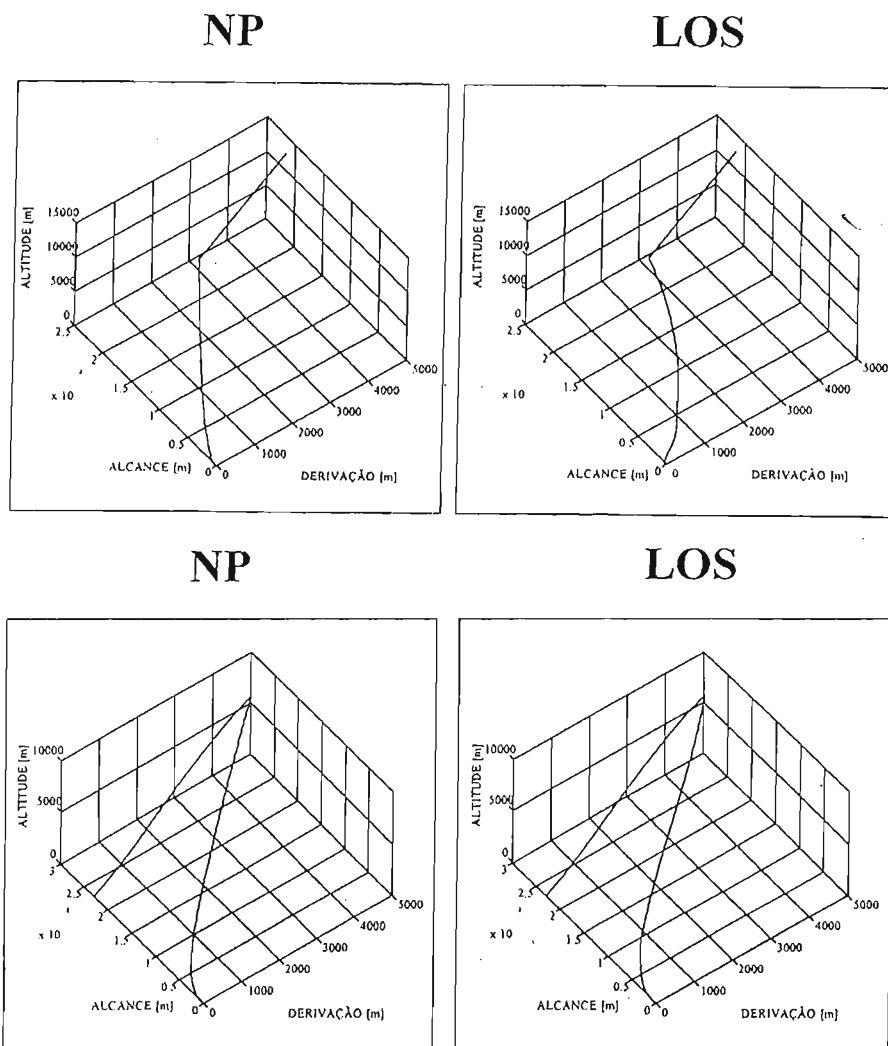


Figura 4 – Curvas de engajamento no Espaço.

Título: Influência da Redução na Laminação a Morno na Textura de um Aço Livre de Intersticiais ao Ti.

Autor: Jorge Santos Moreno

Orientador: Luiz Paulo Mendonça Brandão

Local da Defesa: Instituto Militar de Engenharia

Data da Defesa: 23/1/97

O aço livre de intersticiais (LI) é uma nova classe de aço com baixo carbono (em tomo de 30-50 ppm) e elementos microligantes tais como Ti e/ou Nb. Estes elementos são adicionados a fim de eliminar o carbono intersticial existente em solução sólida. Estes aços são normalmente processados pelas laminações a quente e a frio seguido de um tratamento a quente. O recente processo de laminação a morno tem sido desenvolvido para esta classe de aços com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas das tiras a quente ou das chapas laminadas a frio.

No presente trabalho, a influência da redução na textura cristalográfica de um aço Li laminado a morno (laminação a quente na região a) com 0,0050% C - 0,072% Ti foi investigada. As amostras foram reaquecidas a 1200 °C por duas horas, laminadas a quente 50% entre 1120 e 920 °C e a morno com reduções de 40, 60 e 80% entre 850 e 750 °C. Em seguida, as chapas foram colocadas em um forno de mufla a 700 °C por uma hora para simular o bobinamento. Após esta etapa, as chapas foram laminadas a frio 80% e recozidas a 800 °C por três minutos em um banho de sal a fim de simular o processo de recozimento contínuo. Para investigar a influência da recuperação na formação de textura na laminação a morno em um aço LI, um experimento adicional foi realizado. Duas amostras foram reaquecidas a 1200 °C por duas horas e laminada a quente 50% entre 1120 e 920 °C. Após a laminação, uma amostra foi laminada a morno 80% entre 850 e 750 °C e outra foi laminada a frio 80%. Em seguida, as chapas foram recozidas à 800 °C por três minutos.

Da análise das texturas obtidas pode-se concluir que a laminação a morno do aço LI sob condições controladas melhora as propriedades mecânicas para operações de embutimento profundo.