



Todo sistema de tubulação está sujeito a regimes transitórios decorrentes de eventos diversos, tais como, fechamento de válvulas, trip de bombas etc. O regime transitório pode gerar elevadas pressões no sistema, e em consequência forças elevadas, com possibilidade de danos severos em tubulação ou equipamentos. O cálculo dessas pressões e forças possibilita ao engenheiro dotar seu sistema de elementos que possam evitar as consequências de problemas que levam a ocorrência desses altos valores.

A Sunrise Systems, empresa britânica, oferece às indústrias do ramo petrolífero uma ferramenta eficiente e adequada para estudos de regimes transitórios que resultam em elevadas pressões de surge.

A ferramenta é o módulo TRANSIENT do programa PIPENET.

ESTUDO DE CASO – SISTEMA DE ÁGUA DE RESFRIAMENTO

O caso a seguir retrata o uso do PIPENET TRANSIENT para modelar um sistema de água de resfriamento numa planta de geração de energia elétrica na China.

O modelo inclui:

- Tubulação em aço carbono
- 168 trocadores de calor na torre de resfriamento (é um modelo utilizado pelo PIPENET para perda de carga em componentes).
- Duas bombas para água de resfriamento.
- Um condensador de duas câmeras dois passes com tubos de 22 x 0,5 mm (modelado pelo PIPENET como feixe de tubos)

A perda de carga nos filtros antes das bombas é de 1,259 m@5,08 m/s. O propósito do estudo é estimar a pressão de surge causada por trip da bomba, e a probabilidade das bombas serem forçadas a girar em sentido inverso; e também de examinar estratégias para minorar os problemas, tais como, fechar válvulas de saída das bombas instalar tanque para expansão.

CENÁRIO 1 – TRIP DAS BOMBAS DE RESFRIAMENTO

Nesse cenário inicial as bombas principais sofrem trip depois de 10 segundos, enquanto as válvulas borboletas na saída permanecem abertas.

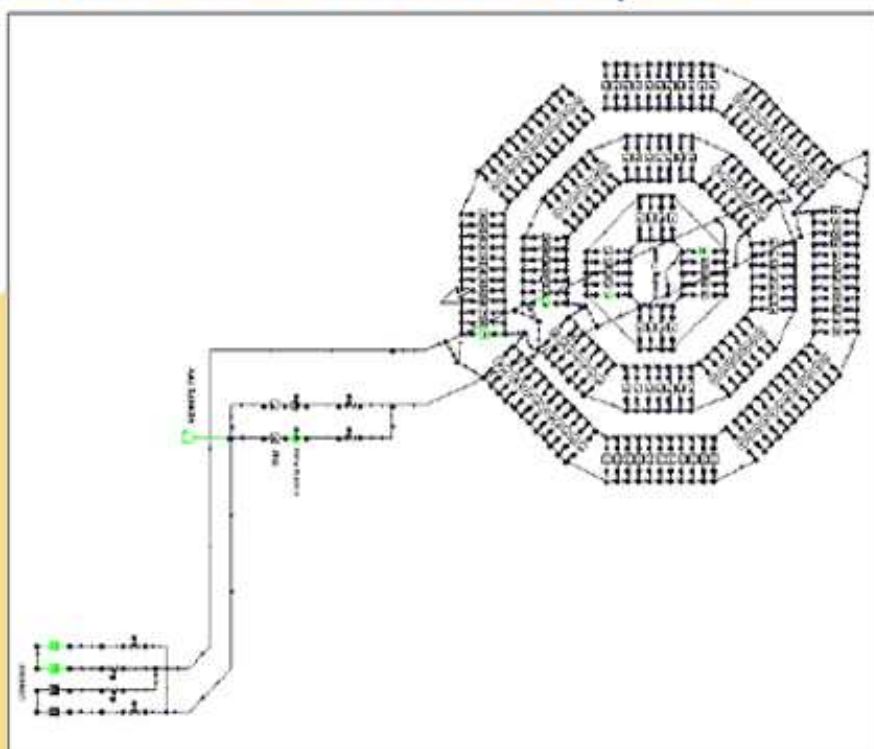
A pressão de entrada nas bombas é fixada em 0 barg, como se estivessem conectadas com um reservatório de suprimento com nível baixo.

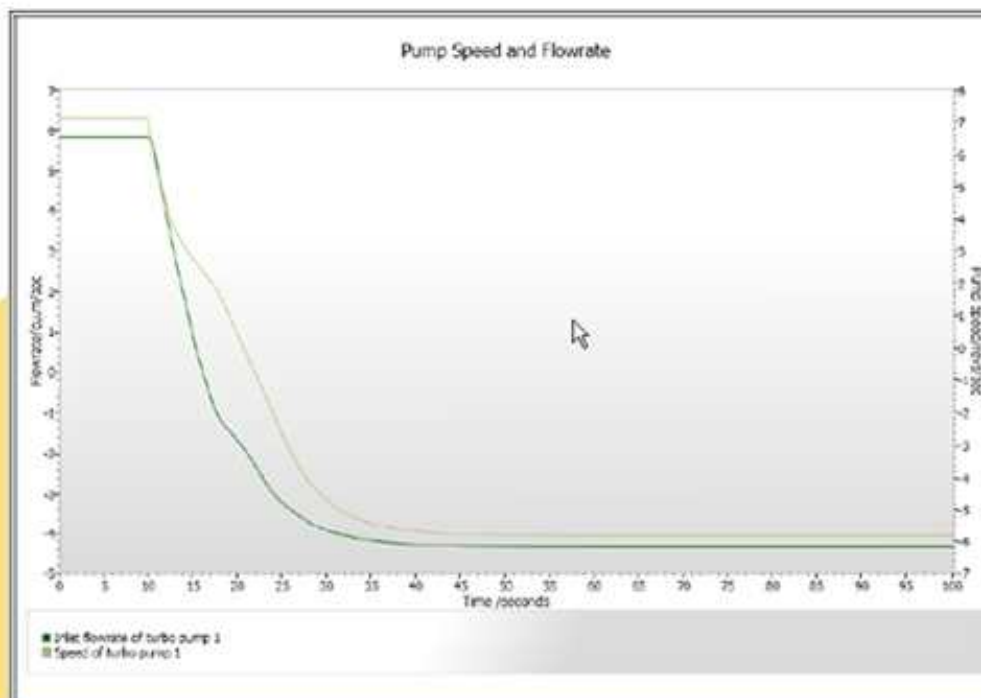
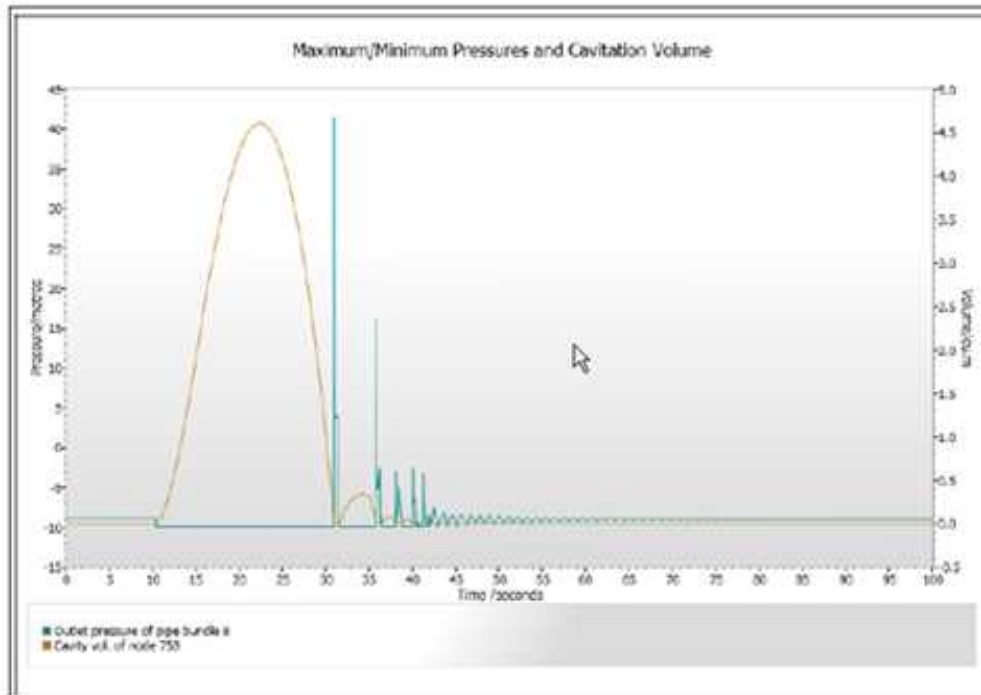
Uma vez que ocorre o trip, o nível de água na torre de resfriamento cairá.

Isto acarreta. Isso tem o efeito de reduzir a pressão ao longo do tempo forçando as bombas em fluxo reverso

O modelo para cavitação usado para trocadores e tubos na torre, ignora isso, o que aumenta a margem de segurança nos cálculos.

A pressão máxima calculada é de 41,25 m de fluido (manométrica), e a pressão mínima 10,0376 m de fluido (manométrica), que indica cavitação ocorrendo nas torres de resfriamento após o trip da bomba. A máxima rotação reversa da bomba é 5,85 rev/s, isto é, cerca de 82,6% da velocidade padrão.

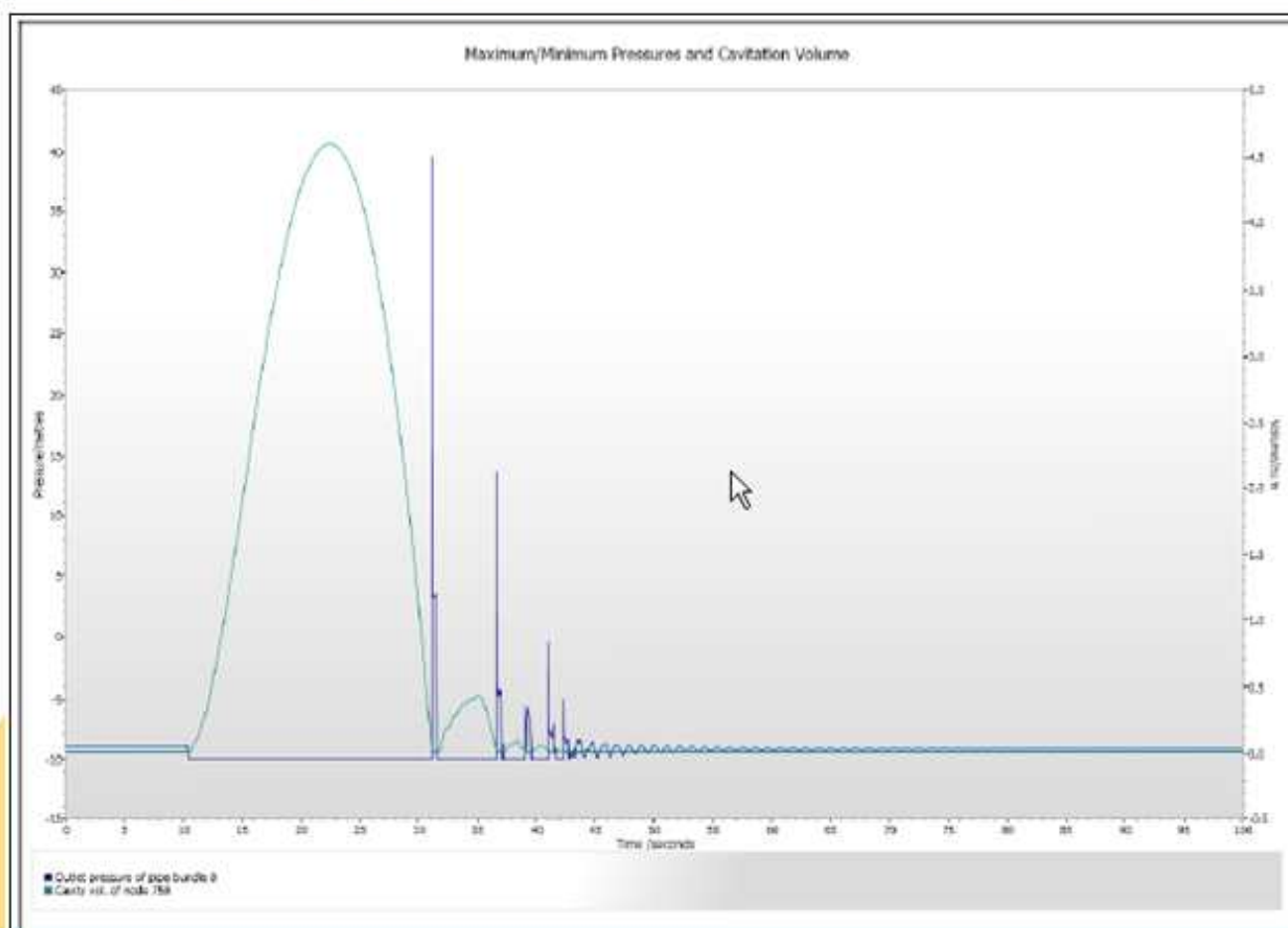


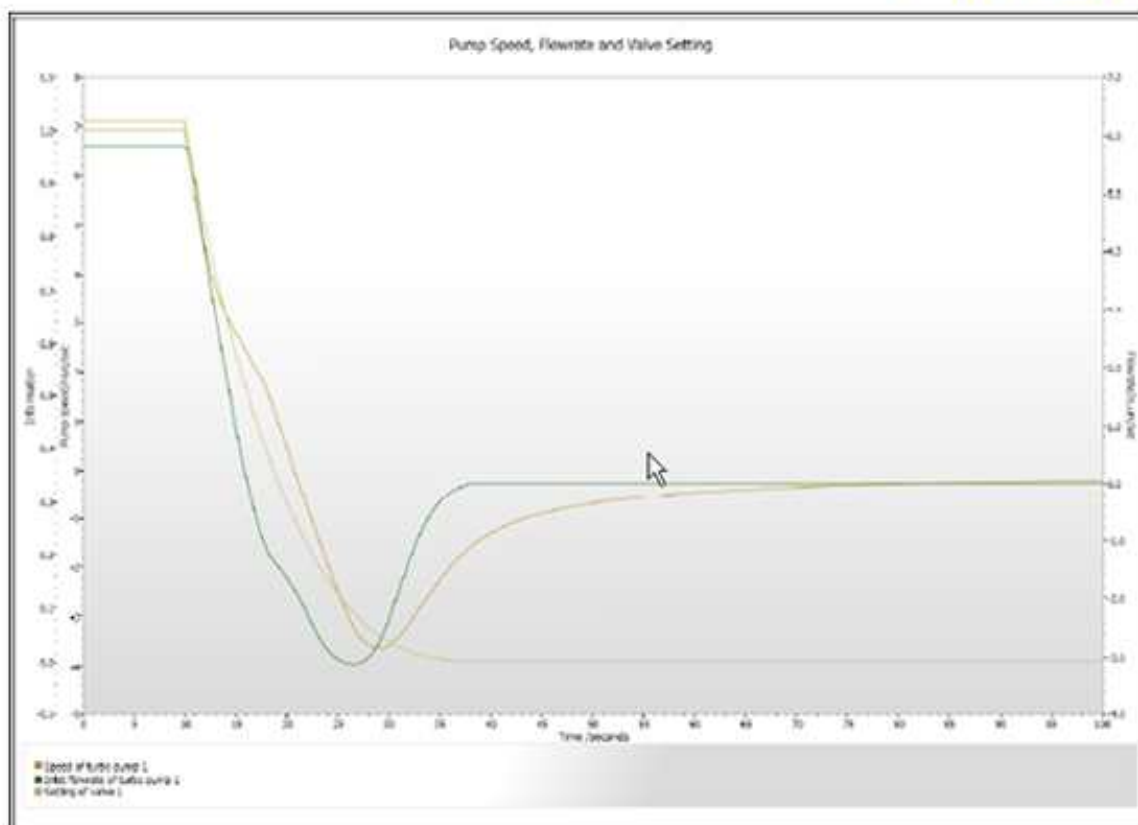


CENÁRIO 2 – TRIP DA BOMBA COM VÁLVULA FECHADA

Para reduzir a velocidade reversa da bomba, nesse cenário considera-se fechamento das válvulas borboleta a jusante das bombas, fechamento com velocidade de 30 s, com curva cúbica de fechamento.

A pressão máxima agora é de 39,55 m de fluido (manométrica), e a mínima 10,0376 m de fluido (manométrica), e portanto ainda ocorre cavitação. Entretanto a máxima velocidade reversa decresce para 3,64 rev/s, ou seja 51,4% da velocidade padrão.

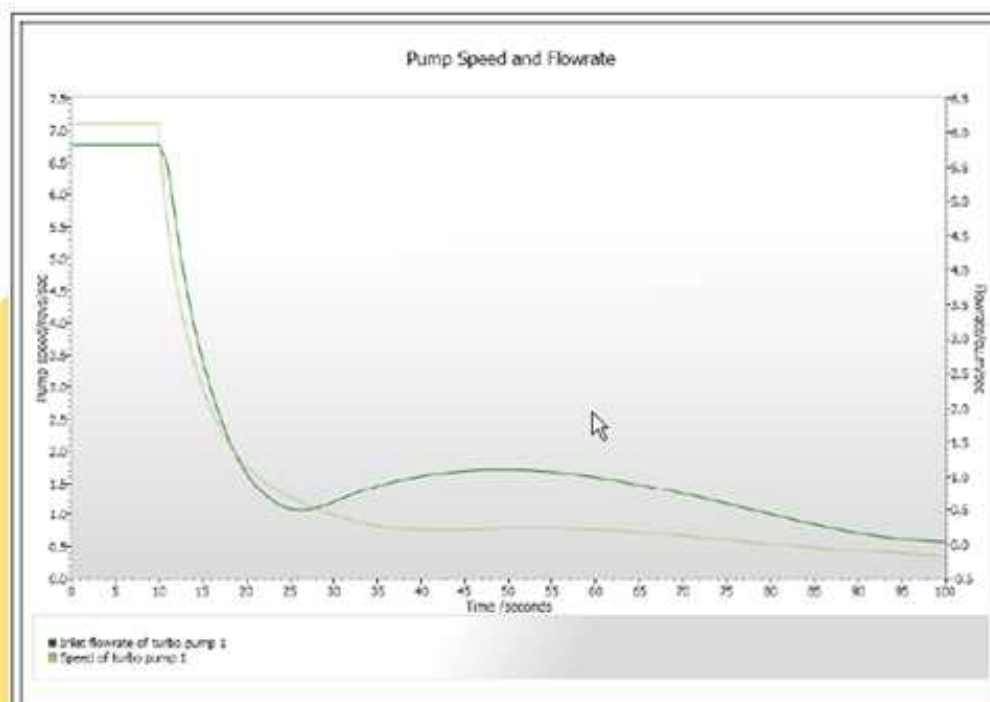
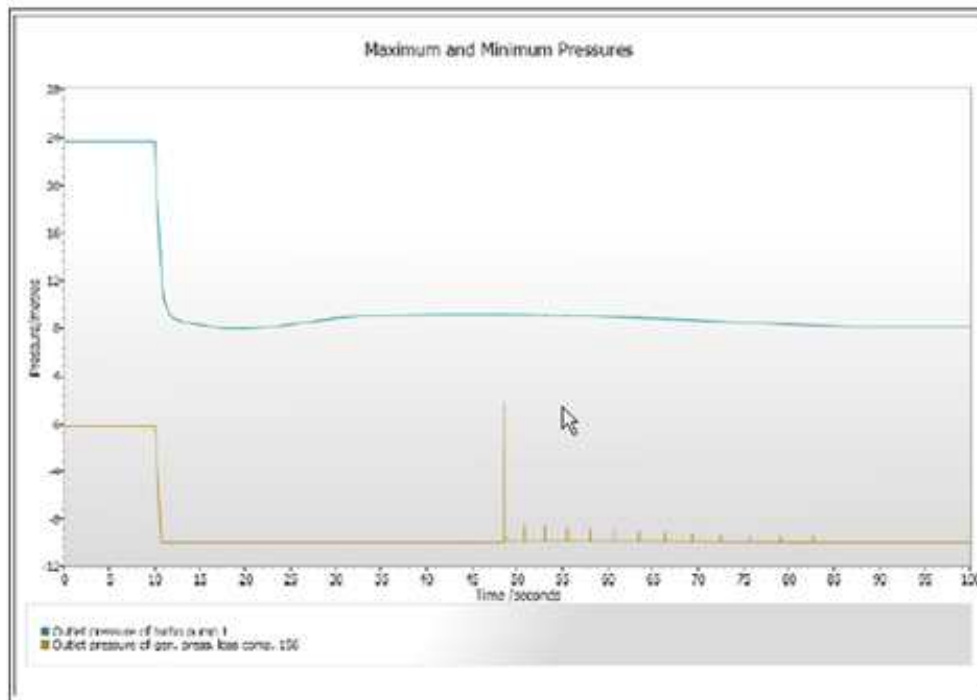


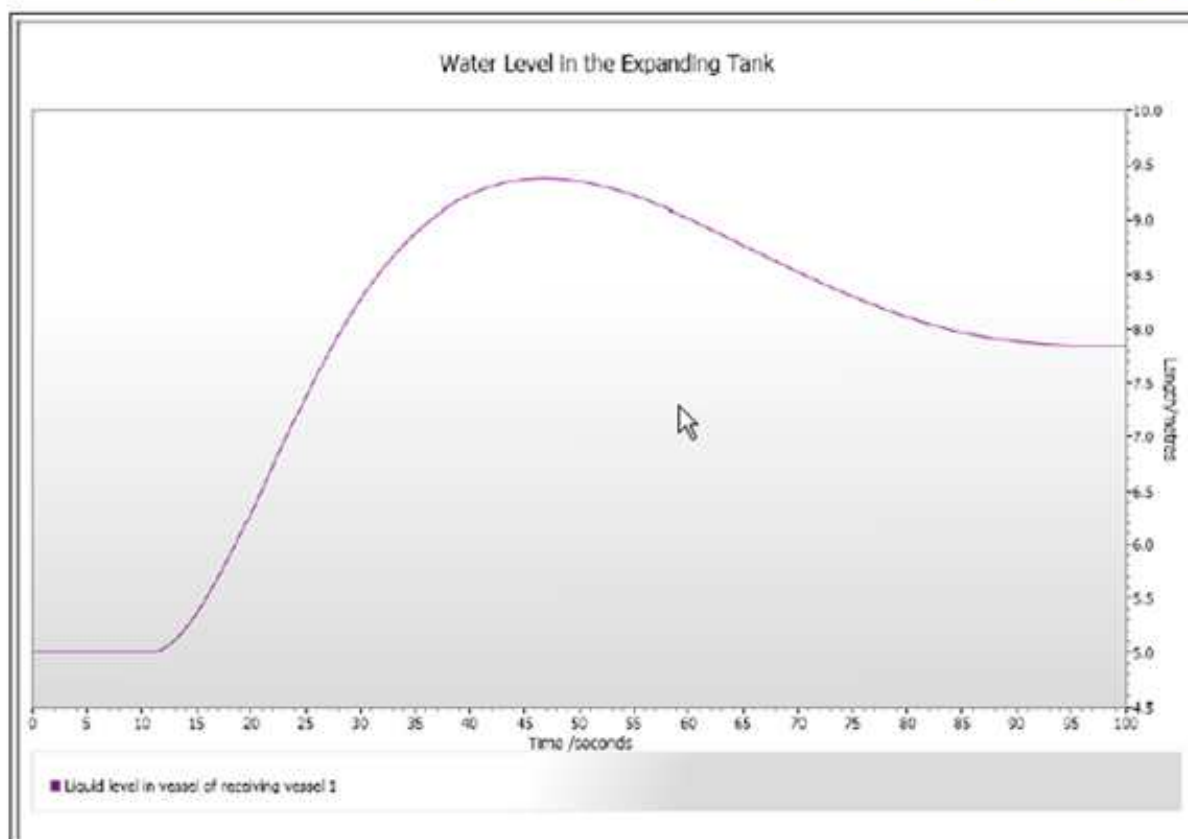


CENÁRIO 3 TRIP DA BOMBA COM TANQUE DE EXPANSÃO

Vamos tentar uma tática diferente. Nesse cenário um tanque de expansão de 5 x 5 m, é instalado na entrada das bombas. As válvulas borboleta a jusante das bombas são mantidas abertas. A idéia é que nível de água no tanque de expansão cresça 10 s o trip da bomba, o que reduz o crescimento da cavitação nas posições elevadas da rede (trocadores de calor na torre de resfriamento, e tubulação na saída do condensador). O nível inicial do tanque é de cerca de 2,5 m.

A máxima pressão calculada é de 25,39 m de fluido (manométrica), e a mínima menos 10,0376 (manométrica), ou seja, ainda ocorre cavitação na torre de resfriamento. Entretanto agora a velocidade de bomba é sempre positiva.





CONCLUSÕES

Em todos os cenários ocorreu cavitação após o trip da bomba. Portanto será necessário instalar quebrador de vácuo nas posições mais elevadas para proteger a rede de falha por cavitação.

O fechamento de válvulas a jusante pode proteger as bombas de altas velocidades de reversão, após trip.

Um tanque de expansão com dimensões adequadas pode reduzir substancialmente a pressão de surgência e proteger as bombas de altas velocidades de reversão.