

# Avaliação de Processos Críticos

Gustavo da Silva Mafra  
Escola do Mar, Ciência e Tecnologia  
Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí, Brasil  
gustavo\_mafra@edu.univali.br

Nathália Adriana de Oliveira  
Escola do Mar, Ciência e Tecnologia  
Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí, Brasil  
oliveiranathalia@univali.br

**Abstract** — This document is a technical report about an implementation of prototype of a well and tubing supervisory system for the company Santa Catarina Ltda.

**Keywords** — critical processes, real time systems, sensors

## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma solução realizada referente à problemática da empresa Santa Catarina Petróleo Ltda, onde é solicitado um protótipo de um sistema supervisor de poços e tubulação, sem implementação de paralelismo, multiprocessamento e multithread. Com isso, será apresentado todo o processo de desenvolvimento deste protótipo, atendendo todos os requisitos da empresa em questão, que será detalhado ao decorrer deste relatório.

## II. METODOLOGIA

O protótipo foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C++, pois é um requisito apresentado pela empresa, além da baixa complexidade de implementação.

## III. PROBLEMÁTICA

A empresa Santa Catarina Petróleo Ltda. possui 3 poços de extração de petróleo por meio de instrumentação específica de sensoriamento, sendo que os 3 poços estão localizados na mesma distância da central da empresa, há 1,5 Km. Os sensores avisam quando há um problema de pressão tanto nos poços quanto nas tubulações.

Além disso, na extração, há dois produtos extraídos, gás e petróleo, os quais saem por tubulações diferentes. Ao total, são 3 poços de extração, cada um com duas tubulações que levam os produtos para a central da empresa.

Cada tubulação contém três sensores distribuídos entre sua extensão, sendo um à 400 metros, um sensor à 800 metros e um sensor à 1200 metros do poço de extração, sendo que os sensores só indicam pressão estável ou pressão instável. Cada poço de extração contém um sensor de monitoramento para indicar bom ou mal funcionamento.

Em caso de problema de mal funcionamento no poço, é necessário desligar o mesmo em até 300 ms. Já em caso de pressão instável na tubulação, é necessário aplicar contramedida em até 200 ms. Um alerta deve ser emitido no display (ou tela) para o operador ter ciência do ocorrido, sendo que a atualização do display deverá sempre ser de 500 ms (sendo um deadline soft).

Como a empresa quer economizar no sistema de supervisor dos poços e tubulação, ela gostaria que fosse feito um protótipo de sistema supervisor sem implementação de paralelismo, multiprocessamento ou multithread. E gostaria de monitorar todos os sensores indicados acima e, após

amostrar todos os sensores, exibir em um display (ou tela) o estado dos sensores (que indicam o estado das áreas monitoradas). A empresa exige que seja feita uma sub-rotina para cada sensor monitorado e uma sub-rotina para atualização do display (ou tela).

Em relação aos sensores, tem-se que o sensor deve receber uma requisição de amostra, que demora 5 ms para se propagar por 100 metros, levando em consideração a requisição e a resposta, e também a amostragem do sensor demora 1 ms após a requisição.

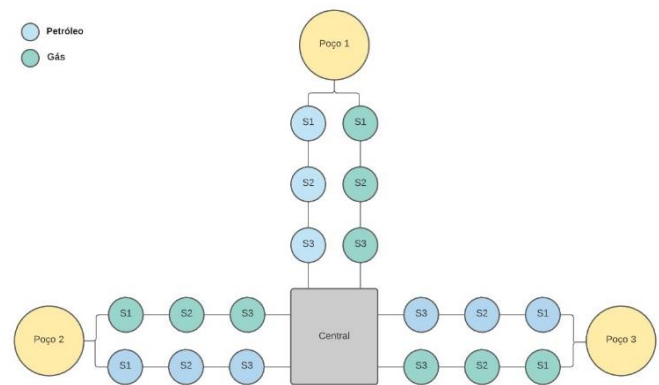
## IV. DESENVOLVIMENTO

Neste tópico será apresentado a implementação realizada do do protótipo de sistema supervisor de poços e tubulações, logo optamos pela representação em forma de diagramas, para facilitar a compressão deste trabalho. Para mais detalhes relacionados ao código-fonte, tem-se a opção de consultar projeto do trabalho compartilhado no Github.

Na Figura 1, temos um diagrama referente ao funcionamento geral do sistema supervisor, onde é representado os poços, as tubulações, os sensores e a central da empresa.

Cada poço tem duas tubulações que estão ligadas diretamente à central da empresa. E possuem três sensores em cada uma, referente a extração de petróleo e gás separadamente, representado por cores no diagrama.

Com o sistema de sensoriamento é possível detectar quando ocorre algum problema,



Dentro de cada poço há um sensor de monitoramento, para indicar o bom ou mal funcionamento dos mesmos. Logo possui a requisição de amostras desses sensores para ter um relatório de desempenho.

O processo é mostrado na Figura 2, onde tem-se o fluxograma de funcionamento. Logo na requisição de amostras é apresentado se o monitoramento indicou um bom funcionamento, caso não indique, ou seja, apresenta-se um mal funcionamento, o sensor é desligado por trezentos

```

graph TD
    A([Requisição de amostras]) --> B{O sensor de monitoramento indica um bom funcionamento ?}
    B -- Não --> C([O sensor é desligado por 300 ms])
    C --> B
    B -- Sim --> D{A pressão está estável na tubulação de gás ?}
    D -- Não --> E([Aplicasse contramedida de 200 ms])
    E --> D
    D -- Sim --> F{A pressão está estável na tubulação de petróleo ?}
    F -- Não --> G([Aplicasse contramedida de 200 ms])
    G --> F
    F -- Sim --> H([Os dados são apresentados no display])
    H --> A
  
```

Em relação à geração das amostras, foi utilizado uma função randômica com tempo, logo possui uma chance a cada dez para gerar um pressão instável em algum sensor, e para resutar em mal funcionamento em cada poço.

Neste tópico será apresentado os dados do display, em três momentos distintos, para validar que está sendo mostrado quando possui uma irregularidade em algum poço. Será mostrado a captura de tela do display, e uma tabela com os respectivos dados.

```
Poco[1]->
Sensor[1]-> Pressão instável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão instável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 341 ms
Realizou uma contramedida na tubulação de gás, durante 200 ms

Poco[2]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 139 ms

Poco[3]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão instável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 341 ms
Realizou uma contramedida na tubulação de gás, durante 200 ms

Tempo de atualização do display 822 ms

Pressione esc para encerrar o processo, qualquer outro botão para continuar mais um ciclo
```

```
Poco[1]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 150 ms

Poco[2]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 149 ms

Poco[3]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 150 ms

Tempo de atualização do display 449 ms

Pressione esc para encerrar o processo, qualquer outro botão para continuar mais um ciclo
```

```
Poco[1]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 140 ms

Poco[2]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 452 ms
Problema de mal funcionamento no poço, foi necessário desligar o mesmo em 300 ms

Poco[3]->
Sensor[1]-> Pressão estável
Sensor[2]-> Pressão estável
Sensor[3]-> Pressão estável
Sensor[4]-> Pressão estável
Sensor[5]-> Pressão estável
Sensor[6]-> Pressão estável
Tempo de resposta 138 ms

Tempo de atualização do display 731 ms
```

MOMENTO 1						
Poço 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PI	PE	PI	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 341 ms						
Obs: Realizou uma contramedida na tubulação de gás, durante 200 ms						
Poço 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 139 ms						
Poço 3	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PI	PE	PI	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 341 ms						

Obs: Realizou uma contramedida na tubulação de gás, durante 200 ms						
MOMENTO 2						
Poço 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 150 ms						
Poço 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 149 ms						
Poço 3	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 150 ms						
MOMENTO 3						
Poço 1	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PI
Tempo de resposta: 140 ms						
Poço 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 452 ms						
Obs: Problema de mal funcionamento no poço, foi necessário desligar o mesmo por 300 ms						
Poço 3	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Situação	PE	PE	PE	PE	PE	PE
Tempo de resposta: 139 ms						

(Tabela 1 – Comparativo entre os dados nos momentos)

O tempo de atualização do display foi respectivamente 822 ms, 449 ms e 731 ms. Logo, o segundo momento não apresentou nenhuma alteração nas tubulações, obtendo-se o tempo aproximado a 500 ms, que é o esperado numa situação normal.

O melhor caso para a sub-rotina de monitoramento é quando todos os poços não tem nenhum problema, como funcionamento ou pressão, logo o tempo de execução é em cerca de 139 ms. Já o pior tempo de execução é quando ocorre algum desligamento por mal funcionamento, neste caso, o tempo de execução de monitoramento é de 450 ms. E a média de execução, considerando problemas de pressão, mal funcionamento e uma golden run é de cerca de 310 ms.

Agora analisando o tempo de atualização do display, o melhor caso será aquele que, nenhum poço sofre um problema, com o tempo de 449 ms. Já o pior tempo de execução será aquele onde os três poços informarem um problema de mal funcionamento, dessa forma o tempo de atualização do display será cerca de 1360 ms, visto isso, o tempo médio de atualização do mesmo está em torno de 840 ms, esse valor foi calculado utilizando da golden run, os três casos apresentando acima e o pior tempo possível.

## VI. INFORMAÇÕES DO SISTEMA

Para a execução do projeto, foi utilizado o dispositivo com as seguintes especificações:

## Especificações do dispositivo

Nome do dispositivo	DESKTOP-HGNUMJU
Processador	Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz 2.70 GHz
RAM instalada	8,00 GB (utilizável: 7,89 GB)
ID do dispositivo	48978022-BBCF-49BC-953F-B0F14A038C06
ID do Produto	00327-30007-73999-AAOEM
Tipo de sistema	Sistema operacional de 64 bits, processador baseado em x64

(Figura 6 – Especificações do dispositivo)

Sendo assim, tem-se as informações do sistema operacional utilizado:

## Especificações do Windows

Edição	Windows 10 Home Single Language
Versão	21H1
Instalado em	13/08/2021
Compilação do SO	19043.1165
Experiência	Windows Feature Experience Pack 120.2212.3530.0

(Figura 7 – Especificações do sistema operacional)

E por fim, esse foi o estado do sistema no momento da execução:

Aplicativos (6)						
>  ch_console_runner.exe (2)	0%	0,8 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo
>  Code::Blocks IDE	0,9%	150,3 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo
>  Gerenciador de Tarefas	1,4%	23,7 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo
>  Google Chrome (25)	0%	556,7 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo
>  Informações do sistema	0%	2,3 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo
>  Microsoft Word	0%	82,8 MB	0 MB/s	0 Mbps	Muito baixo	Muito baixo

(Figura 8 – Estado do sistema no momento da execução)

## VII. CONCLUSÃO

Primeiramente, deve-se ressaltar que todos os sensores possuem o tempo real crítico (hard real-time), pois caso ocorra alguma falha, é preciso informar o sistema monitor em tempo determinado, caso contrário terá graves consequências. E o display é caracterizado como tempo real não-crítico (soft real-time) como descrito no enunciado, pois tem a função somente de atualizar os dados, logo caso ocorra atraso, não resultará em grandes problemas.

Podemos afirmar também que, a implementação do projeto foi concluída com êxito, porém em casos de problemas na tubulação ou no sensor de monitoramento, os tempos de atualização do display do sistema irá ultrapassar os 500 ms informados pela empresa. Logo, uma solução para esse problema seria o uso de threads, ou seja, paralelismo.