



VERSÃO FINAL

Plano de Trabalho

Processo	2014/00380-0
Tipo de Investimento / Divulgação	Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) - Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
Coordenador	Celso Jose Munaro

Dados Gerais

Duração	24 mês(es)
---------	------------

Projeto - Identificação

Título em Português

Diagnóstico da causa raiz de oscilações e perturbações em UEP

Tipo(s) de Despesa

Principal	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)
-----------	----------------------------------

Projeto - Instituições/Empresas

Instituições de Pesquisa/Empresas

Proponente	Conveniente	Executora	
		Nome	Nº Ato Credenciamento
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO/UFES	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO/UFES	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/LABTEL/UFES	355-x/2014

Objetivos

Desenvolver e testar algoritmos para o diagnóstico e mitigação da causa raiz de oscilações e perturbações em Unidades Estacionárias de Produção de Óleo e Gás (UEPOG).

Justificativas

A análise de desempenho de malhas de controle monovariável já está bem estabelecida na indústria ([1]). Entretanto, como uma malha não está isolada das outras, o mau desempenho de uma malha pode ser decorrente de uma perturbação ocorrendo em outro ponto do processo. Uma abordagem comum em controle de processos é desviar a variabilidade de variáveis importantes para outros locais que possam acomodar esta variabilidade, tais como reservatórios ou plantas de utilidades. Frequentemente a variabilidade não é acomodada e pode aparecer em outro lugar. Uma razão para isto é que processos industriais modernos tem estoques reduzidos e fazem muito reaproveitamento de energia calorífica. As interações são fortes porque a capacidade de amortecimento é pequena e as oportunidades para troca de energia calorífica são restritas. Além disto, estratégias de controle em cascata, controle antecipatório, controle de razão também produzem interações entre malhas. Uma abordagem envolvendo toda a planta significa que a distribuição de uma perturbação é mapeada, e a localização e natureza do a

causa do distúrbio são determinadas com alta probabilidade de serem corretas ([4]-[6]). Alguns requisitos para tal abordagem são ([2]):

- *detecção da presença de uma ou mais oscilações periódicas
- *detecção de perturbações não periódicas e distúrbios entrando na planta
- *determinação da localização de oscilações/perturbações na planta e sua causa raiz

As características de tais sistemas incluem ([3]):

- *determinação automática e não invasiva de atrito em válvulas de controle
- *tratamento da planta como um todo agrupando comportamentos similares
- *análise causa-efeito livre de modelo e automática
- *incorporação de conhecimento do processo tal como a função de cada controlador

Especificamente para o caso de Unidades Estacionárias de Produção de Óleo e Gás (UEPOG), propõe-se diagnosticar:

- *presença de atrito excessivo em válvulas de controle
- *sensores e instrumentos que apresentam sinais de falha
- *válvulas sobre ou subdimensionadas
- *desempenho de controladores mono e multivariáveis
- *monitoramento dos sensores do sistema instrumentado de segurança.

- [1] Jelali, M. (2006). An overview of control performance assessment technology and industrial applications. Control Engineering Practice, 14, 441-466.
- [2] Qin, S. J. (1998). Control performance monitoring-A review and assessment. Computers and Chemical Engineering, 23, 173-186
- [3] Desborough, L., & Miller, R. (2002). Increasing customer value of industrial control performance monitoring-Honeywell's experience. AIChE Symposium Series No. 326, 98, 153-186.
- [4] Thornhill, N. F., Huang, B., & Zhang, H. (2003). Detection of multiple oscillations in control loops. Journal of Process Control, 13, 91-100
- [5] Bauer, M., Cox, J.W., Caveness, M.H., Downs, J.J., Thornhill, N.F., (2007) Finding the Direction of Disturbance Propagation in a Chemical Process Using Transfer Entropy, IEEE Transactions On Control Systems Technology, Vol.15, No.1
- [6] Thambirajah, J. et al. (2009) Cause-and-effect analysis in chemical processes utilizing XML, Computer and Chemical Engineering, 33, 503-512.

Resultados Esperados

1. Algoritmos para detecção automática de fontes de oscilações e perturbações
2. Algoritmos para detecção automática de causas raiz em malhas e processos (unidades, equipamentos, etc)
3. Algoritmos para quantificação e compensação de atrito em válvulas de controle
4. Capacitação dos pesquisadores da UFES para a solução de problemas da natureza do projeto
5. Publicação de artigos, patentes, dissertações e teses
6. Fortalecimento do grupo de pesquisa para projetos de cooperação
7. Implementação das metodologias no software PGA (Plataforma de Gestão de Ativos), onde se encontra o aplicativo BRPerfex e testes na planta alvo (UEPOG).

Benefícios do Projeto/Aplicação na Indústria

- 1) Redução do tempo necessário para diagnosticar distúrbios oscilatórios e não oscilatórios na planta
- 2) Melhoria do desempenho de malhas de controle com oscilações resultantes da presença de atrito excessivo
- 3) Melhoria do desempenho geral da planta pela proposta de estratégias de controle avançado e pelos diagnósticos de operação

As ferramentas computacionais comerciais para monitorar o desempenho de processos industriais ainda requerem um esforço considerável para utilizar o resultado de suas análises. A falta de profissionais bem preparados e a falta de tempo para realizar as análises para chegar-se aos diagnósticos dos problemas, não permite maximizar o retorno das plantas industriais. Como ao final do projeto os algoritmos estarão disponíveis em um software comercial, as empresas do setor de petróleo, gás e energia poderão imediatamente se beneficiar, tendo em vista que os algoritmos desenvolvidos terão sido validados neste tipo de planta.

Mecanismo de Acompanhamento da Execução

Reuniões de trabalho em Vitória e no CENPES
Relatórios técnicos

Al
aw

Projeto - Etapas/Atividades

Etapas

Ordem	Nome
1	Estudo do processo e dos algoritmos, capacitação
2	Teste dos algoritmos em processos selecionados da UEPOG
3	Monitoramento e novos algoritmos

Atividades

Etapas	Atividades	Mês de Início	Mês Final	Duração
1	Capacitação em BRPerfex	1	1	1
1	Coleta de dados e aplicação dos algoritmos	1	6	6
1	Diagnóstico de processos no BRPerfex	1	6	6
1	Estudo dos processos nas plantas alvo (UEPOGs)	1	3	3
1	Implementação de algoritmos via plugins no BRPerfex	1	6	6
1	Modelagem e revisão de estratégias de controle dos processos	1	8	8
1	Revisão da literatura e adaptação dos algoritmos de diagnósticos aos processos	1	6	6
1	Seleção de estudos de caso para testes	1	2	2
1	Avaliação com especialista visitante dos processos e possíveis métodos de controle avançado	3	3	1
1	Quantificação e compensação de atritos em válvulas de controle	3	8	6
1	Teste e validação dos algoritmos e diagnóstico na planta alvo (UEPOG)	4	8	5
1	Avaliação com especialista visitante dos processos e possíveis métodos de compensação de atrito	5	5	1
1	Discussão com especialista visitante sobre as abordagens adequadas para a detecção de causalidade	8	8	1
1, 2, 3	Apoio técnico	1	24	24
2	Coleta de dados e implementação dos algoritmos (BRPerfex)	9	12	4
2	Estudo e modelagem dos processos	9	12	4



Atividades

Etapas	Atividades	Mês de Início	Mês Final	Duração
2	Modelagem e revisão de estratégias de controle dos processos	9	12	4
2	Teste dos algoritmos de diagnóstico nos processos selecionados	9	18	10
2	Diagnósticos de causas de baixo desempenho de malhas	12	18	7
2	Diagnósticos preliminares de unidades e plantas	13	18	6
2	Quantificação e compensação de atritos em válvulas de controle	13	16	4
3	Diagnóstico de unidades, equipamentos e plantas	19	24	6
3	Monitoramento e melhorias nos algoritmos implementados	19	24	6
3	Relatórios técnicos e artigos sobre pesquisa desenvolvida	19	24	6

Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
Capacitação em BRPerfex	Treinamento dado pela empresa Trisolutions à equipe de pesquisadores para conhecer o BRPerfex e metodologia para desenvolvimento de plugins
Coleta de dados e aplicação dos algoritmos	Conjuntos de dados serão obtidos e os algoritmos serão aplicados em ambiente Matlab. Caso haja necessidade, novos dados serão coletados até que os resultados da aplicação dos algoritmos seja satisfatória.
Diagnóstico de processos no BRPerfex	Nesta atividade o BRPerfex será aplicado em diferentes conjuntos de dados para explorar toda sua potencialidade nos novos algoritmos que serão desenvolvidos e nele implementados
Estudo dos processos nas plantas alvo (UEPOGs)	Interação da equipe de pesquisadores com pessoal da Petrobras para conhecer a planta e selecionar os problemas a serem usados para testes iniciais dos algoritmos
Implementação de algoritmos via plugins no BRPerfex	Os algoritmos desenvolvidos no ambiente Matlab serão adaptados para o ambiente do BRPerfex. O processo estará completo quando for possível o BRPerfex ler e processar os dados emitindo os diagnósticos.
Modelagem e revisão de estratégias de controle dos processos	Os processos estudados serão modelados e as estratégias atuais revisadas com o objetivo de aplicar técnicas avançadas de controle
Revisão da literatura e adaptação dos algoritmos de diagnósticos aos processos	Os algoritmos já em uso serão revisados à luz de novos avanços da literatura. Informações obtidas na atividade 1 serão utilizadas para adaptar os algoritmos para as necessidades já observadas.
Seleção de estudos de caso para testes	Serão selecionadas variáveis que se mostraram boas candidatas para validar os algoritmos. O conhecimento sobre o processo será documentado para esta validação.



Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
Avaliação com especialista visitante dos processos e possíveis métodos de controle avançado	Analisados os processos selecionados, eles serão discutidos com o especialista visitante, que ajudará a equipe a selecionar as abordagens mais adequadas para propor as melhorias nas estratégias de controle
Quantificação e compensação de atritos em válvulas de controle	Em malhas com a presença de válvulas de controle, será feita a detecção e quantificação de atrito. Caso o atrito seja excessivo, levando a malha de controle a oscilar, métodos de compensação de atrito serão implementados diretamente na malha de controle. Os algoritmos de quantificação de atrito serão executados no BRPerfex.
Teste e validação dos algoritmos e diagnóstico na planta alvo (UEPOG)	Os algoritmos em execução no BRPerfex serão executados periodicamente em dados de operação, sendo monitorado seu funcionamento monitorado e corrigido caso necessário.
Avaliação com especialista visitante dos processos e possíveis métodos de compensação de atrito	O especialista visitante discutirá com a equipe as melhores abordagens para efetuar a compensação de atrito considerando as válvulas e as arquiteturas de controle existentes
Discussão com especialista visitante sobre as abordagens adequadas para a detecção de causalidade	Os métodos de detecção e quantificação de relações de causa e efeito já estudados pela equipe serão discutidos com o especialista visitante, aproveitando de sua experiência com o uso de algoritmos de avaliação de desempenho em processos industriais. A eventual necessidade de algoritmos para seleção de variáveis será considerada nesta atividade
Apoio técnico	Instalação e manutenção de softwares e equipamentos, apoio na elaboração e armazenamento de documentação, apoio a tramitação de processos e documentos
Coleta de dados e implementação dos algoritmos (BRPerfex)	Coleta de dados e configuração do BRPerfex para atender todos os processos selecionados
Estudo e modelagem dos processos	Os novos processos serão estudados e modelados com vista a implantação de controle avançado
Modelagem e revisão de estratégias de controle dos processos	A partir dos estudos e diagnósticos realizados no processo, novas estratégias de controle serão propostas
Teste dos algoritmos de diagnóstico nos processos selecionados	Uma vez que os algoritmos já foram validados nas malhas selecionadas na Etapa I, eles serão agora testados nos demais processos selecionados da planta
Diagnósticos de causas de baixo desempenho de malhas	Avaliação do processo especificado e diagnóstico de suas malhas, que podem ser de oscilações, válvulas com atrito, controladores com sintonia ou estratégia de controle inadequada
Diagnósticos preliminares de unidades e plantas	Algoritmos de detecção de causalidade entre malhas de controle serão utilizados para avaliar toda a planta, e não malhas individualmente
Quantificação e compensação de atritos em válvulas de controle	As técnicas de quantificação e compensação de atrito serão aplicadas a todo o processo especificado
Diagnóstico de unidades, equipamentos e plantas	Serão selecionados nesta atividade os algoritmos de detecção de causalidade que melhor se adequaram aos processos selecionados e gerados diagnósticos automáticos para a operação

Detalhamento das Atividades

Atividades	Detalhamento
Monitoramento e melhorias nos algoritmos implementados	O monitoramento de todos os algoritmos implementados no BRPerfex será feito para aperfeiçoá-los e aumentar a taxa de acerto dos diagnósticos para situações não previstas.
Relatórios técnicos e artigos sobre pesquisa desenvolvida	Redação de relatórios, manuais, artigos técnicos com os avanços no contexto das pesquisas desenvolvidas no projeto

Projeto - Equipe Executora

Equipe Executora				
Função	Titulação (nível)	Instituição Executora	Período (meses)	Carga Horária Semanal
Coordenador	Doutor II	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	6
Bolsista	Recém-Doutor	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	40
Bolsista	Doutor II	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	3	40
Pesquisador	Doutor I	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	12	3
Pesquisador	Doutor I	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	12	3
Apoio Técnico	Técnico Nível Médio II	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	40
Bolsista	Nível Médio / Graduação	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	20
Bolsista	Nível Médio / Graduação	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	20

Coordenador	Nome	Celso Jose Munaro
	E-mail	cjmunaro@gmail.com
	CPF	43102158072

AL *aw*



Projeto - Relatórios Previstos

Relatório	Mês
Relatório de Acompanhamento Gerencial 1	6
Relatório Técnico 1	6
Relatório Técnico 2	12
Relatório de Acompanhamento Gerencial 2	12
Relatório Técnico 3	18
Relatório de Acompanhamento Gerencial 3	18
Relatório de Acompanhamento Gerencial 4	24
Relatório Técnico 4	24

Orçamento - Parcela Planejada

Quantidade de Parcelas Planejadas - 4		
Mês	Valor da Parcela (R\$)	Percentual (%)
1	240.295,00	37,82%
6	129.034,00	20,31%
12	132.034,00	20,78%
18	134.034,00	21,09%
TOTAL	635.397,00	100,00%

Aportes Financeiros

O valor do aporte financeiro necessário para desenvolver as atividades descritas nesse plano de trabalho será de R\$ 635.397,00. Tendo em vista as características deste projeto, o aporte financeiro da Petrobras deverá ser realizado em 4 parcela(s), da seguinte forma:

1ª Parcela - R\$ 240.295,00, na assinatura do instrumento contratual e contra apresentação de recibo.

2ª Parcela - R\$ 129.034,00, 6 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.

3ª Parcela - R\$ 132.034,00, 12 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.

4ª Parcela - R\$ 134.034,00, 18 mês(es) após a assinatura do instrumento contratual, contra apresentação e aprovação da prestação de contas parcial e mediante emissão e aprovação de relatório que evidencie a execução das atividades previstas no cronograma.



Orçamento - Detalhamento

Despesas	Valor Total (R\$)	Percentual (%)
Despesas Correntes		
Diárias	21.250,00	3,34%
Material de Consumo	16.500,00	2,60%
Mensalidade de Bolsas	182.730,00	28,76%
Passagens	46.750,00	7,36%
Pessoal Não Vinculado	54.912,00	8,64%
Pessoal Vinculado	129.888,00	20,44%
Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica	176.257,00	27,74%
Taxas de Inscrição	7.110,00	1,12%
Total	635.397,00	100,00%
TOTAL GERAL	635.397,00	100,00%

Al *or*



Despesas Correntes

Relação dos Itens - Diárias

Nº	Descrição	Destinação	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Diárias Nacionais	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	250,00	70	17.500,00
2	Diárias Internacionais	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	625,00	6	3.750,00
VALOR TOTAL					21.250,00

Relação dos Itens - Material de Consumo - Nacional

Nº	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	Material escritório	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	10.000,00
2	Livros	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	3.000,00
3	Modem hart + fieldview	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	3.500,00
VALOR TOTAL			16.500,00

Relação dos Itens - Mensalidade de Bolsas

Nº	Modalidade	Destinação	Período (meses)	Valor unitário	Valor (R\$)
1	DTI-IB	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	5.280,00	126.720,00
2	EV-A	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	3	8.958,00	26.874,00
3	ITI-A	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	607,00	14.568,00
4	ITI-A	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	607,00	14.568,00

Al *GR*



VALOR TOTAL	182.730,00
--------------------	-------------------

Relação dos Itens - Passagens

Nº	Descrição	Destinação	Valor (R\$)
1	Passagens nacionais	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	35.000,00
2	Passagens internacionais	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	11.750,00
VALOR TOTAL			46.750,00

Relação dos Itens - Pessoal Não Vinculado

Nº	Nível	Destinação	Período (meses)	Valor unitário (HH)	Carga horária semanal	Valor (R\$)
1	Técnico Nível Médio II	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	13,00	40	54.912,00
VALOR TOTAL						54.912,00

Relação dos Itens - Pessoal Vinculado

Nº	Nível	Destinação	Período (meses)	Valor unitário (HH)	Carga horária semanal	Valor (R\$)
1	Doutor II	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	24	140,00	6	88.704,00
2	Doutor I	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	12	130,00	3	20.592,00
3	Doutor I	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	12	130,00	3	20.592,00
VALOR TOTAL						129.888,00

Observação: Na tabela acima, estão listados os valores a serem ressarcidos à Instituição proponente em razão da atuação de seus profissionais na coordenação ou execução do projeto. A Instituição proponente, que é a entidade competente, estabelecerá a forma e o valor de remuneração destes profissionais.

**Relação dos Itens - Serviços de Terceiros Pessoa Jurídica**

Nº	Descrição	Destinação	Tipo	Valor unitário	Período/ Quant.	Valor (R\$)
1	Licenças do Matlab e toolboxes	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	SOFTW	50.000,00	1	50.000,00
2	Pagamento dos serviços da empresa Trisolutions,	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	OUTRAS	-	-	96.000,00
3	Despesas Operacionais e Administrativas	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO/ UFES	ADM	-	-	12.102,80
4	3% de ressarcimento a UFES	UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO/ UFES	CUST IND	-	-	18.154,20
VALOR TOTAL						176.257,00

Legenda:**IMPORT-EQ** – Despesas acessórias de importação de Equipamentos e Material Permanente**IMPORT-MC** – Despesas acessórias de importação de Material de Consumo**ADM** – Despesas Operacionais e Administrativas**CUST IND** – Custos indiretos**OUTRAS** – Outras despesas**SOFTW** – Aquisição de Software**Relação dos Itens - Taxas de Inscrição**

Nº	Descrição	Destinação	Valor unitário	Quant.	Valor (R\$)
1	Taxas de inscrição em congressos nacionais	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	500,00	10	5.000,00
2	Taxa de inscrição em congresso internacional	LABORATÓRIO DE TELECOMUNICAÇÕES/ LABTEL/UFES	1.055,00	2	2.110,00
VALOR TOTAL					7.110,00

**ANEXO II
DECLARAÇÃO NEGATIVA DE RELAÇÃO FAMILIAR/IMPEDIMENTO**

A UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES declara, sob as penas da Lei, que não possui:

- 1) administrador ou sócio com poder de direção que seja familiar do(a) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que demandou a contratação; e tampouco do(a) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que operacionalizou a contratação;
- 2) administrador ou sócio com poder de direção que seja familiar de autoridade hierarquicamente imediatamente superior: ao(à) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que demandou a contratação; e tampouco ao(à) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que operacionalizou a contratação;
- 3) administrador ou sócio com poder de direção que seja familiar do(a) detentor(a) de função de confiança responsável pela autorização da contratação; e tampouco do(a) detentor(a) de função de confiança responsável pela assinatura do instrumento contratual.
- 4) profissional que participará da execução do PROJETO objeto deste TERMO DE COOPERAÇÃO que seja familiar do(a) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que demandou a contratação; e tampouco do(a) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que operacionalizou a contratação.
- 5) profissional que participará da execução do PROJETO objeto deste TERMO DE COOPERAÇÃO que seja familiar de autoridade hierarquicamente imediatamente superior ao(à) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que demandou a contratação; e tampouco ao(à) empregado(a) detentor(a) de função de confiança que operacionalizou a contratação.
- 6) profissional que participará da execução do PROJETO objeto deste TERMO DE COOPERAÇÃO que seja familiar do(a) detentor(a) de função de confiança responsável pela autorização da contratação; e tampouco do(a) detentor(a) de função de confiança responsável pela assinatura do instrumento contratual.

Rio de Janeiro,

07 JAN 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - UFES



Reinaldo Centoducatte
Reitor

