



ANAIS		PROCEEDINGS
	5º SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TUBULAÇÕES E VASOS DE PRESSÃO 1º SIMPÓSIO LATINOAMERICANO SOBRE TUBERIAS Y RECIPIENTES DE PRESION	
	SALVADOR 25 - 28 DE OUTUBRO 1988	
TRABALHO Nº 6		PP. 95-103

TESP-SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS PARA EMISSÃO DE PLANOS SEQUENCIAIS DE TESTES E EXAMES EM SOLDAS E SUA DOCUMENTAÇÃO PARA MONTAGEM DA TUBULAÇÃO DA CENTRAL NUCLEAR ANGRA 2

José Itacy de Carvalho Nuñez
Nestor Spiegelberg
Marcio de Souza Rosa
João Carlos Teixeira Soares Filho
NUCLEN - Nuclebrás Engenharia S.A.

SUMÁRIO

Dadas as características de garantia da qualidade inerentes ao projeto de construção de uma usina nuclear, a inspeção das soldas para a montagem da tubulação torna-se uma atividade extensa e criteriosamente controlada e documentada. Utilizando recursos da informática, desenvolveu-se um sistema que operacionaliza os parâmetros que definem a aplicação de um testes às soldas da tubulação em função das especificações pertinentes. Como resultado, temos redução de custos na fase de projetos, agilidade para acompanhar as revisões dos isométricos, controle e coordenação das atividades de inspeção, controle do progresso da montagem e a garantia da correta aplicação das especificações.

SUMMARY

Due to quality assurance characteristics applicable to the construction of a Nuclear Power Plant, the welding inspection for the piping erection becomes a very well controlled and documented activity. By means of informatic support, a system was developed for the control and selection of testes applicable to a weldment according to the suitable specification. As a result, it is obtained: cost reduction during the project phase, expedition of modifications due to isometric revision, better control and follow-up of inspections activities and piping erection, and the guarantee of the correct interpretation for the applicable specification.

1- INTRODUÇÃO

As tubulações, em uma central nuclear, representam cerca de 60% dos custos totais da montagem eletromecânica.

Considerando-se a complexidade do projeto de tubulações, os mais de 55 000 documentos de montagem gerados por tal projeto e ainda a dinâmica de revisões por que passam tais documentos, torna-se imperativo o desenvolvimento de instrumentos adequados para gerenciar as interfaces entre projeto, montagem, documentação e garantia de qualidade.

Devido ao volume de informações, seus critérios e frequência de atualização, optou-se por desenvolver sistemas de processamento de dados, visando a uma maior confiabilidade, integridade e rapidez de acesso às informações.

2- O PROJETO DE TUBULAÇÃO

No projeto de tubulação de uma central nuclear do tipo de ANGRA 2 são gerados aproximadamente:

619 plantas de tubulação e
25 000 isométricos de fabricação

Considerando-se a existência de aproximadamente 4 soldas por isométrico chega-se a um total de 100 000 soldas de tubulação.

Estas soldas abrangem:

- uma faixa de diâmetro de 10 a 2 600mm,
- diversas espessuras de parede com o correspondente formato de chanfro,
- uma variada gama de materiais, incluindo aços ferríticos, austeníticos, ligados, cobre, plásticos, etc.
- diferentes tipos de soldas, como circunferenciais, de bocal, longitudinais, de filete, etc.
- linhas com diferentes níveis de responsabilidade (categoria), envolvendo simples linhas de água potável ao circuito de refrigeração do reator.

3- VOLUME DE TESTES E EXAMES

As especificações indicam a necessidade média de aproximadamente 10 testes por junta soldada. Considerando-se a existência de 100 000 soldas, chega-se a um volume de 1 000 000 de testes, cujos resultados e execução devem ser cuidadosamente controlados e documentados.

4- DEFINIÇÃO DOS TESTES E DOCUMENTAÇÃO

A definição dos testes aplicáveis a uma determinada solda de um determinado isométrico é feita através da comparação das características da solda com a especificação aplicável.

A informação do número do isométrico, número da solda, os testes aplicáveis, seus resultados, data da execução, número do inspetor, organização a que pertence, número dos protocolos e certificados, número do soldador devem ser introduzidos em um documento que fará parte da documentação final da central nuclear.

5- APOIO DA INFORMÁTICA

Buscando uma sistematização do trabalho, introduzir e armazenar os resultados dos testes e exames permitindo planejar a sua execução, bem como a das soldas, e mais, explorar os resultados com o fim de acompanhar a execução dos testes e exames das soldas, e conseqüentemente da pré-fabricação e montagem, desenvolveu-se um sistema de processamento de dados, chamado TESP.

6- TESP - SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE DADOS

O "tesp" (Test and Examination Sequence Plan - Plano Sequencial de Testes e Exames) é um documento que define testes, exames e certificados para as soldas incluídas em um isométrico de uma tubulação. Os testes são definidos em especificações próprias para a montagem da tubulação da usina ANGRA 2.

O sistema TESP é um sistema computadorizado que emite "tesps" que normalmente seriam emitidos caso a caso, de forma manual.

A grande vantagem de tal programa está na homogeneização do trato da aplicação de um teste, assim como na padronização da interpretação da execução de um teste.

O sistema TESP gera automaticamente um conjunto de "tesps" a serem executados com base em um catálogo e em uma Tabela Lógica, definidos adiante.

Evidentemente que em função da garantia da qualidade inerente ao programa nuclear e por se tratar de especificações previamente aprovadas pelo I.E. (Independent Expert), toda a parte lógica do sistema, bem como a estruturação do catálogo e a parametrização da lógica foram também igualmente pré-aprovadas pelo I.E.

7- CATÁLOGO DE TESTES

No catálogo de testes estão estabelecidos os testes exigidos pelas IES - In-Process Examination Sheets - de cada especificação envolvida. (Fig. 1).

Além das informações sobre os testes propriamente ditos, como a norma aplicável, observações pertinentes quanto a sua aplicabilidade, também são definidos o percentual de aplicação do teste e a participação dos diversos órgãos inspetores.

O catálogo de testes é um compilador de testes, listando todos os testes aplicáveis a um isométrico como um todo ou aqueles específicos de uma solda. A distinção é feita pelo campo TESP-AP (Test Application) que define seu escopo : I - isométrico; W-solda.

8- TABELA LÓGICA

Para tornar possível a emissão de "tesps" via computador, compilaram-se todos os dados que definem as condições de aplicação de cada teste listado no catálogo, de forma que aquelas possam ser comparadas com os dados constantes no arquivo de tubulação. Da mesma forma que o catálogo de testes, a tabela lógica é provida de um índice de revisão que lhe é conferido após a sua aprovação e liberação pelo I.E. (Independent Expert) (Fig. 2).

9- SOFTWARE

A transformação da lógica do TESP para um processo computado

NUCLEON

PLANT: ANJIRA II
ORDER NO: 211002

TEST AND EXAMINATION CATALOG

SPECIFICATION: RE-L 1510E IX: F
IES: R1 IES CODE: R10

Fig. 1

RUN _TC	TEST_NO	DESCRIPTION OF TEST	RC	P R	%	TEST RESP			AD	FILE	TIME	REMARKS
						C	N	I				
1	1. 0	CHECK OF VALIDITY OF CERTIFICATES FOR THE WELDING AND INSPECTIONS OF THE WELDS CHECK OF MATERIAL DOCUMENTATION IES-ITEM: 1 AND 2	D1			C	N	II				TO BE DOCUMENTED ACC. TO AVS 20.2
1	2. 0	ULTRASONIC EXAMINATION OF THE WELD EDGE ZONE ACC. TO AVS 12 IES-ITEM: 3.1	D1	X	100	C	N2	III	US			RANGE TO BE EXAMINED SHOULD BE EQUAL TO THE WT, BUT AT LEAST 50 MM. NO FLAWS IMPAIRING THE WELD QUALITY ARE PERMITTED. TEST TO BE PERFORMED PRIOR TO WELD EDGE PREPARATION AS FAR AS NOT ALREADY EXAMINED ON SEMI FINISHED MATERIAL.
1	2. 1	ULTRASONIC EXAMINATION OF THE WELD EDGE ZONE ACC. TO AVS 12 IES-ITEM: 3.1	D1	X	100	C	N2	III	US			RANGE TO BE EXAMINED SHOULD BE EQUAL TO THE WT, BUT AT LEAST 50 MM. NO FLAWS IMPAIRING THE WELD QUALITY ARE PERMITTED. TEST TO BE PERFORMED PRIOR TO WELD EDGE PREPARATION AS FAR AS NOT ALREADY EXAMINED ON SEMI FINISHED MATERIAL. APPLICABLE TO THE FERRITIC SIDE OF THE WEL
1	3. 0	SURFACE CRACK EXAMINATION OF THE WELD EDGE ACC. TO AVS 11 IES-ITEM: 3.2	D1	X	100	C	N2	III	MT			
1	3. 1	SURFACE CRACK EXAMINATION OF THE WELD EDGE ACC. TO AVS 11 IES-ITEM: 3.2	D1	X	100	C	N2	III	PT			

NUCLEN

TESP
TEST AND EXAMINATION LOGIC TABLE

Fig. 2

PLANT: ANGRA II
ORDER NO: 211002

SPECIFICATION: RE-L 1510E IX: F
IES: R1 IES CODE: R10

RUN	L	REC NO	CN	POS	CN	TYPE	CN	MATERIAL	CN	DN	CN	DN	CN	DI	CN	WT	CN	WT	CN	PSC	CN	RC	TEST NO
			1		2		3		4		5	6		7		8		9		10			
1		1		W																		D1	1. 0
1		5		W	()	4		13456														D1	2. 0
1		15		W		1		MY														D1	2. 0
1		20		W		1		REG														D1	2. 0
1		25		W		123		13456									30.0					D1	3. 0
1		30		W		13		H									30.0					D1	3. 0
1		35		W		1		MY									30.0					D1	3. 0
1		40		W		123		13456									30.0					D1	3. 1
1		45		W		13		H									30.0					D1	3. 1
1		50		W		1		MY									30.0					D1	3. 1
1		55		W		123		Z														D1	3. 1
1		60		W		1		REG														D1	3. 1
1		65		W	()	45		123456														D1	4. 0
1		70		W		13		H														D1	4. 0
1		75		W		1		REGMY														D1	4. 0
1		80		W	()	45		123456														D1	5. 0
1		85		W		13		H														D1	5. 0
1		90		W		1		REGMY														D1	5. 0
1		95		W				123456														D1	6. 0
1		100		W		13		H														D1	6. 0
1		105		W		1		REGMY														D1	6. 0
1		110		W				123456														D1	7. 0

rizado exigiu o desenvolvimento de rotinas com um nível de complexidade acima da média: trata-se de um bom exemplo de sistema especialista. Sua elaboração foi facilitada por dois aspectos:

- o número relativamente pequeno (8) de parâmetros a serem considerados para a tomada de "decisões"
- o modo simples com que o sistema "aprende" novas regras.

Uma versão inicial do sistema foi desenvolvida sem considerar fatores como a concorrência (requisição simultânea de informações do sistema) e o acompanhamento da execução dos testes sugeridos, contemplando somente a parte de geração automática de TESS.

Sobre este "protótipo" foram realizados testes de viabilidade e confiabilidade (utilizando dados reais e fictícios) e aprimoramento no sistema como um todo, desde a parte conceitual até o processo computadorizado.

Na elaboração desta primeira versão foi utilizada uma linguagem de 4a. geração (RAMIS II) conjugada com uma de 3a. (FORTRAN VS) sobre o sistema operacional VM/CMS e executada em um computador 4381 modelo R03 da IBM.

Após exaustivos testes e inúmeros aprimoramentos uma nova versão foi confeccionada, desta vez utilizando um poderoso banco de dados que, além de conter as informações básicas da tabela lôgica e catálogo, mantém um histórico minucioso da execução dos testes das soldas do projeto. Para que este histórico possa ser criado e mantido o sistema foi preparado para tratar todas as sítuações que possam ocorrer ao longo da execução dos testes propostos. Com isto é possível ter nas mãos inúmeras informações e estatísticas sobre o andamento da montagem do projeto e, devido ao novo ambiente utilizado, estes dados podem ser acessados simultaneamente por vários setores da empresa.

Na elaboração desta versão foi utilizada uma linguagem para processos "on-line" (CSP) conjugada com uma de 3a. geração (FORTRAN VS) acessando dados em um banco de dados (DB2) sobre os sistemas operacionais MVS e CICS e executado num computador 4381 modelo R14 da IBM.

10- EMISSÃO DO TESP

Um "tesp" pode ser emitido de 3 modos: via isométrico, via número da sala da usina nuclear (sendo listados então todos os isométricos de uma sala da usina) e via número de digitação.

Através do Sistema TESP, a emissão dos "tesps" de documentação é feito através de um PACA (Protocolo de Aviso e Controle de Atividades) que contém simultaneamente os convites às inspeções envolvidas, a descrição do ensaio a ser realizado e um campo próprio para enviar à digitação o resultado do teste e o número dos inspetores envolvidos.

O PACA elimina as Ordens de Serviço tão comuns em obras semelhantes, além de tornar desnecessária a manutenção na obra de uma listagem com todos os testes a serem executados.

É o próprio montador quem solicita os "PACA's em função do cronograma de montagem.

11- DOCUMENTAÇÃO

Todas as informações relevantes para o acompanhamento da montagem da tubulação são transcritas e digitadas, servindo como fonte de levantamentos estatísticos e de desenvolvimento da montagem.

Uma vez que o Catálogo de Testes é pré-aprovado pelo I.E., não há necessidade de emitir-se um "tesp" de documentação descrevendo-se todo o teste. A documentação do isométrico, de seus testes inerentes é feita através de um quadro resumo;desse modo a economia de espaço de arquivamento é sensível.

12- REPARO-PADRÃO

Do mesmo modo em que foi gerado um "tesp" para execução de testes em soldas de isométricos, também foram gerados um catálogo de testes e uma tabela lógica para reparos, cobrindo toda a extensão de um reparo previamente acordado e definido. Desse

modo o sistema também prevê toda uma situação costumeira na montagem de tubulação.

13- CONCLUSÕES

A utilização de um sistema como o TESP permite:

- 1- redução de custos ainda na fase de projeto da tubulação, uma vez que elimina a produção dos formulários nos quais são incluídos todos os dados do isométrico e das soldas para utilização da documentação dos testes e exames.
- 2- agilidade para acompanhar a dinâmica das revisões dos isométricos já que mesmo liberados para construção, os isométricos podem sofrer revisões que envolvem soldas.
- 3- melhor controle e coordenação das atividades de inspeção, que no caso de ANGRA 2 serão executadas pelos órgãos de garantia da qualidade do montador, da NUCLEN e do Inspetor Independente (IBQN).
- 4- acompanhamento do processo da montagem, de maneira mais efetiva e rápida.
- 5- controle da performance dos soldadores, em função do número de reparos gerados.
- 6- garantia da correta aplicação das especificações, estabelecendo-se um critério homogêneo para todos os casos.
- 7- flexibilidade de aplicações diversas, já que conceitualmente o TESP permite utilização isolada, com os dados das soldas sendo a entrada no sistema; ou ainda como no caso de ANGRA 2, integrado a banco de dados de entrada e acoplados a outros sistemas que operacionalizam os resultados permitindo um acompanhamento gráfico da montagem da tubulação.