

Copyright 2009, Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação no **V Congresso Rio Automação**, realizado nos dias 28 e 29 de maio de 2009, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do Evento, seguindo as informações contidas na sinopse e no texto final submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais do **V Congresso Rio Automação**.

Resumo

Após a análise de determinadas redes, pode-se observar um grande problema com a parte de montagem. Isto ocorre, geralmente, devido à falta de informação da montadora durante o comissionamento. Conectores normalmente são mal feitos, aterramentos não são considerados de acordo com a norma *Profibus*, podendo até queimar equipamentos, e cabos de força são colocados próximos aos cabos da rede. Pode-se observar, também, um tempo de *scan* alto das redes devido aos equipamentos configurados e não ativos. A priori, será feita uma análise física da rede considerando aspectos como distância, conexão e aterramento. Numa segunda análise de protocolo com o *software ProfiTrace*, serão observadas as características do protocolo como, por exemplo, *watchdog*, tentativas, nós repetidos, dispositivos configurados e não ativos. Em uma análise complementar, de instrumentação, com a ferramenta *Profibus Tester*, será observado o sinal livre de distúrbio, bordas de subida/descida e interferências de equipamentos.

Abstract

After an analysis of determined networks, it can be noticed problems related to assembly. This occurs, usually, due to lack of information of the assembly company during the commissioning. Bad connections are made, Profibus standard is not considered in the grounding and power cables are placed next to network cables. Besides, it can be also noticed a high scan time networks because of configured and non active equipments. At first moment, will be executed a network physical analysis considering some aspects as distance, connection and grounding. As a second protocol analysis with ProfiTrace software, will be observed the protocol characteristics as, for example, watchdog, retries, repeated nodes, configured and non active devices. By a complementary analysis with Profibus Tester tool (instrumentation analysis), will be observed a disturbance-free voltage range, edges rise/fall time and equipment interferences.

¹ Engenheiro de Automação – VISION SISTEMAS

² Engenheiro de Automação – VISION SISTEMAS

1. Introdução

Segundo BARATA (2007), profibus é hoje um dos padrões de rede mais empregados no mundo. Esta rede foi concebida a partir de 1987 em uma iniciativa conjunta de fabricantes, usuários e do governo alemão. A rede está padronizada através da norma DIN 19245 incorporada na norma européia Cenelec EN 50170.

Várias referências sobre esta tecnologia (SEIXAS FILHO, 2007; SMAR, 2007) apresentaram vantagens potenciais dentre as quais se destacam:

- Transmissão de informações confiáveis;
- Flexibilidade para se ampliar e interligar diferentes módulos;
- Instalação e operação simples
- Disponibilidade de ferramentas para a instalação e diagnóstico
- Possibilidade da interligação entre produtos de diferentes fabricantes
- Tratamento de status das variáveis;
- Sistema de segurança em caso de falha;
- Equipamentos com capacidades de autodiagnóstico;
- Monitoramento dos equipamentos, alta resolução nas medições;
- Integração com controle discreto em alta velocidade;
- Aplicações em qualquer segmento;
- Economia em até 40% em instalações em relação aos sistemas convencionais;
- Economia em custo de manutenção em até 25% em relação aos sistemas convencionais;
- Menor tempo de *start-up*;
- Aumento significativo em funcionalidade e segurança.

SEIXAS FILHO(2007) apresenta também algumas desvantagens da Rede Profibus, que implicam no comprometimento da qualidade da rede. Dentre elas, pode-se citar que esta tecnologia raramente abrange todos os equipamentos e dispositivos de uma instalação industrial, pode não assegurar o envio de informação com a cadência necessária, apresenta possibilidade de corrupção da informação transmitida, diminuição da confiabilidade.

A análise de rede tem como principal objetivo ajudar nas instalações, resolver problemas de comissionamento e diagnóstico de equipamentos. Diversas ferramentas de análise de rede podem ser utilizadas no desenvolvimento de projetos de automação. É muito importante ter a consciência que mesmo estes equipamentos podendo não atuar diretamente em dispositivos, eles podem “derrubar” uma rede caso ocorra um curto circuito ou alguma diferença de potencial considerável. A integridade destas ferramentas deve ser preocupação de todos os usuários.

Este trabalho apresenta a utilização de ferramentas de análise de rede Profibus em projetos de automação industrial. Casos práticos ilustram os resultados proporcionados pelo uso destas ferramentas.

2. Tipos de Análise

Para uma avaliação da qualidade de uma rede devem-se realizar três análises importantes:

- Análise Física: aterramento, conectores, terminações, etc;

- Análise de Protocolo: velocidade da rede, troca de mensagens, etc.
- Análise de Sinal: nível de tensão, atenuações, nível de ruído, etc.

2.1. Análise Física

Uma análise física pode ser definida como uma análise visual. Esta análise visual deve ser feita por um especialista para verificar se:

- Cabos e conectores estão de acordo com o padrão Profibus e adequados ao ambiente industrial.
- O cabeamento tem continuidade do início ao fim.
- O comprimento máximo dos segmentos estão de acordo com o baud rate, adotando repetidores quando necessário.
- Stubs têm tamanho menor ou igual a 0.3 metros.
- A rede PA possui um comprimento máximo de 1900m/segmento sem repetidores.
- Não tem por segmento mais de 32 estações, adotando repetidores caso este limite seja ultrapassado.
- A rede está terminada, respeitando suas regras.
- Todos os equipamentos do sistema estão aterrados.
- A rede está aterrada no início e no fim de cada segmento. Isto deve ser feito apenas se for garantido uma superfície equipotencial entre estes dois pontos.
- Cabos da rede profibus não estão próximos a cabos de equipamentos elétricos pesados.

2.2. Análise de Protocolo

Uma análise de protocolo está relacionada à troca de dados entre dispositivos. Esta análise é importante principalmente em comissionamento já que vários problemas podem ser resolvidos mais rapidamente. Nesta análise pode-se verificar:

- Perfil de troca de dados entre dispositivos.
- Endereço duplicado.
- WatchDog da rede.
- Configuração e parametrização.
- Tempo ocioso de escravos configurados e não ativos.

2.2. Análise de Sinal

Uma análise de protocolo está relacionada à troca de dados entre dispositivos. Esta análise é importante principalmente em comissionamento já que vários problemas podem ser resolvidos mais rapidamente. Nesta análise pode-se verificar:

- Perfil de troca de dados entre dispositivos.
- Endereço duplicado.
- WatchDog da rede.

- Configuração e parametrização.
- Tempo ocioso de escravos configurados e não ativos.

3. Utilização destas ferramentas em projetos de automação industrial

Diferentes ferramentas de análise de rede podem ser utilizadas para comissionamento, diagnósticos, manutenção e solução de problemas de rede. Estas ferramentas podem ser usadas para:

- Resolver problemas de interferência eletromagnética;
- Encontrar endereços duplicados;
- Validar arquivos GSDs;
- Encontrar erros de configuração;
- Verificar se o cabo não está partido;
- Verificar a ocorrência de *illegal frames*;
- Outros.

4. Aplicação Prática

A seguir são apresentadas algumas aplicações práticas das ferramentas Profitrace e Profibus Tester que são utilizadas para comissionamento e manutenção de rede profibus.

Caso 1: Análise de Protocolo da Rede Profibus com a utilização do software ProfiTrace.

Durante o comissionamento de uma rede industrial em projetos de automação é muito importante não perder tempo por causa de problemas como configuração, parametrização, endereço duplicado, telegramas danificados e outros.

Segundo o PROFICORE Installation Manual(2004) o software Profitrace, junto com o hardware ProfiCore, é especializado para resolver estes tipos de problemas e auxilia na manutenção preditiva e gerenciamento de ativos .

Um problema típico de rede ocorre quando dois ou mais escravos estão configurados com o mesmo endereço. A figura 1 ilustra um escravo de nó 13 que não está respondendo corretamente já que está configurado com o mesmo endereço do escravo 66.

The screenshot shows the ProfiTrace software interface with a message log. The log displays a sequence of messages between two stations (1 and 13). A red box highlights a 'Parity error Illegal' message at 42:29 ms, which is the result of a duplicate address configuration. The log also shows 'SRD_HIGH' messages and 'Data Exchange' messages.

FrameNr	Timestamp	Deltatime	Attention	Frame	Addr	Service	Msg type	Req/Res	SAPS	Datalen	Data
57	40.30 ms	1.19 ms		SD4	1->1	Token pass	Pass token				
58	40.70 ms	0.40 ms		SD1	1->84	FDL Status		Req			
59	41.59 ms	0.89 ms	Sync	SD2	1->13	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
60	42.29 ms	0.70 ms	Parity error Illegal							1	00
61	42.36 ms	0.07 ms	Framing error Illegal							2	00 0
62	42.37 ms	0.01 ms	Framing error Illegal							3	00 0
63	42.58 ms	0.20 ms	Framing error Illegal							4	00 0
64	42.60 ms	0.03 ms	Parity error Illegal							5	00 0
65	42.91 ms	0.30 ms	Framing error Illegal							5	00 0
66	43.26 ms	0.35 ms	Parity error Illegal							1	00 0
67	43.35 ms	0.09 ms	Framing error Illegal							1	00
68	43.65 ms	0.30 ms		SD2	1->32	SRD_HIGH	Data Exchange	Req		2	00 0
69	44.35 ms	0.70 ms		SD2	1-<-32	DL	Data Exchange	Res		6	00 0
70	45.46 ms	1.10 ms	Sync	SD2	1->66	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
71	46.65 ms	1.19 ms		SD4	1->1	Token pass	Pass token				
72	47.05 ms	0.40 ms		SD1	1->85	FDL Status		Req			
73	47.94 ms	0.89 ms	Sync	SD2	1->13	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
74	48.64 ms	0.70 ms	Parity error Illegal							1	00
75	48.71 ms	0.07 ms	Framing error Illegal							2	00 0

Figura 1. Problema com Endereço Duplicado - ProfiTrace

Algumas estações podem estar configuradas na rede, porém, sem trocar dados. O mestre tenta comunicar com elas, mas não consegue. Esta comunicação é mais demorada do que se os escravos estivessem trocando dados com o mestre (Data Exchange). A figura 2 mostra o mestre tentando comunicar com os escravos 80, 81, 82, 85 e 99. Estes escravos estão configurados no mestre, porém não estão trocando dados. Neste caso o tempo que o mestre perde tentando comunicar é duas vezes maior do que se estivessem comunicando corretamente. Isto aumenta o tempo de scan da rede e o desempenho fica comprometido.

FrameNr	Timestamp	Deltatime	Attention	Frame	Addr	Service	Msg type	Req/Res	SAPS	Datalen	Data
70610	90494.77 ms	0.75 ms		SD2	1<-78	DL	Get Diagnostics	Res	62<-60	14	42 C
70611	90495.55 ms	1.78 ms	Sync	SD2	1->80	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
70612	90499.87 ms	3.32 ms	Sync	SD2	1->81	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
70613	90503.18 ms	3.32 ms	Sync	SD2	1->82	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
70614	90506.50 ms	3.32 ms	Sync	SD2	1->85	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
70615	90509.82 ms	3.32 ms	Sync	SD2	1->99	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
70616	90513.14 ms	3.32 ms		SD2	1->4	DL	Data Exchange	Req		4	2A C
70617	90514.22 ms	1.09 ms		SD2	1<-4	DL	Data Exchange	Res	12	4A C	
70618	90515.77 ms	1.55 ms		SD2	1->5	SRD_HIGH	Data Exchange	Req	4	2A C	
70619	90516.86 ms	1.09 ms		SD2	1<-5	DL	Data Exchange	Res	12	4A C	
70620	90518.40 ms	1.54 ms		SD2	1->6	SRD_HIGH	Data Exchange	Req	4	2A C	
70621	90519.49 ms	1.09 ms		SD2	1<-6	DL	Data Exchange	Res	12	4A C	
70622	90521.03 ms	1.54 ms		SD2	1->7	SRD_HIGH	Data Exchange	Req	4	2A C	
70623	90522.12 ms	1.09 ms		SD2	1<-7	DL	Data Exchange	Res	12	4A C	
70624	90523.66 ms	1.54 ms		SD2	1->8	SRD_HIGH	Data Exchange	Req	4	2A C	
70625	90524.75 ms	1.09 ms		SD2	1<-8	DL	Data Exchange	Res	12	4A C	
70626	90526.29 ms	1.55 ms		SD2	1->9	SRD_HIGH	Data Exchange	Req	4	2A C	

Figura 2. Tempo Ocioso - ProfiTrace

Um parâmetro importante que deve ser analisado durante o comissionamento de uma rede é o watchdog. Este parâmetro é configurado no mestre e utilizado para detectar falhas de comunicação. A figura 3 mostra um escravo de endereço 33 que teve seu watchdog configurado com um valor muito baixo (10ms), assim necessitando de uma “re-parametrização”. O parâmetro RS (Reject Service) significa que a mensagem não foi processada pela estação.

FrameNr	Timestamp	Deltatime	Attention	Frame	Addr	Service	Msg type	Req/Res	SAPS	Datalen	Data
19	14.36 ms	0.38 ms		SD1	4->27	FDL Status		Req			
20	15.25 ms	0.89 ms		SD2	4->33	SRD_HIGH	Check Config	Req	62->62	4	10 10 20
21	16.20 ms	0.94 ms		ACK			Short acknowledge	Res			
22	16.44 ms	0.25 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
23	16.82 ms	0.38 ms		SD1	4->28	FDL Status		Req			
24	17.71 ms	0.89 ms		SD2	4->33	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
25	18.42 ms	0.71 ms		SD2	4<-33	DL	Get Diagnostics	Res	62<-60	6	00 0C 00
26	19.62 ms	1.20 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
27	19.99 ms	0.38 ms		SD1	4->29	FDL Status		Req			
28	20.87 ms	0.88 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
29	21.25 ms	0.38 ms		SD2	4->33	SRD_HIGH	Data Exchange	Req		2	00 00.
30	21.96 ms	0.71 ms		SD1	4<-33	RS		Res			
31	22.52 ms	0.55 ms		SD1	4->30	FDL Status		Req			
32	23.40 ms	0.89 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
33	23.78 ms	0.38 ms		SD1	4->31	FDL Status		Req			
34	24.67 ms	0.89 ms		SD2	4->33	SRD_HIGH	Get Diagnostics	Req	62->60	0	
35	25.38 ms	0.71 ms		SD2	4<-33	DL	Get Diagnostics	Res	62<-60	6	02 05 00
36	26.58 ms	1.20 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
37	26.95 ms	0.38 ms		SD1	4->32	FDL Status		Req			
38	27.83 ms	0.88 ms		SD4	4->4	Token pass	Pass token				
39	28.21 ms	0.38 ms		SD2	4->33	SRD_HIGH	Set Parameters	Req	62->61	9	B8 01 01
40	29.45 ms	1.24 ms		ACK			Short acknowledge	Res			
41	29.70 ms	0.25 ms		SD1	4->33	FDL Status		Req			

Figura 3. Problemas com Watch Dog Muito Baixo - ProfiTrace

Caso 2: Análise de Sinal da Rede Profibus com a utilização do software Profibus Tester 3 (PBT3).

Segundo o PROFIBUS-Tester 3 – User Manual(2005) o Profibus Tester 3 (PBT3) é um dispositivo que tem uma alta taxa de transferência de dados e tem uma elevada tolerância contra interferências da planta. Esta ferramenta nos auxilia nas seguintes funções:

- Detecção automática da taxa de transmissão da rede.
- Determinação automática de todas as estações conectadas no barramento (live list).

- Mostrar o nível de qualidade de cada estação levando em consideração itens determinantes para o bom funcionamento da rede.
- Análise do tempo de ciclo do barramento.
- Análise do nível de sinal livre de distúrbio através de um osciloscópio implementado em software.
- Análise da duração das bordas (edges) de subida e descida.
- Verificação da ocorrência de illegal frames.



Figura 4. Conexões do Profibus Tester 3

A figura 5 mostra uma análise de qualidade (nível de ruído, atenuações, borda de subida, borda de descida, bit time) com máximo de 5000 e média 2500. Pode-se observar que a estação 3 se encontra com um nível de qualidade próximo a 1000 e os escravos a partir do sexto têm um nível de qualidade cada vez menor. Esta diminuição, normalmente, está relacionada com a reflexão na rede. A estação 17, que é o primeiro escravo da PA, tem um nível de qualidade próximo à média, porém muito maior que o nível de qualidade do escravo 16. Isto se deve ao fato de o escravo 17 ser a primeira estação depois do Acoplador e do Link.

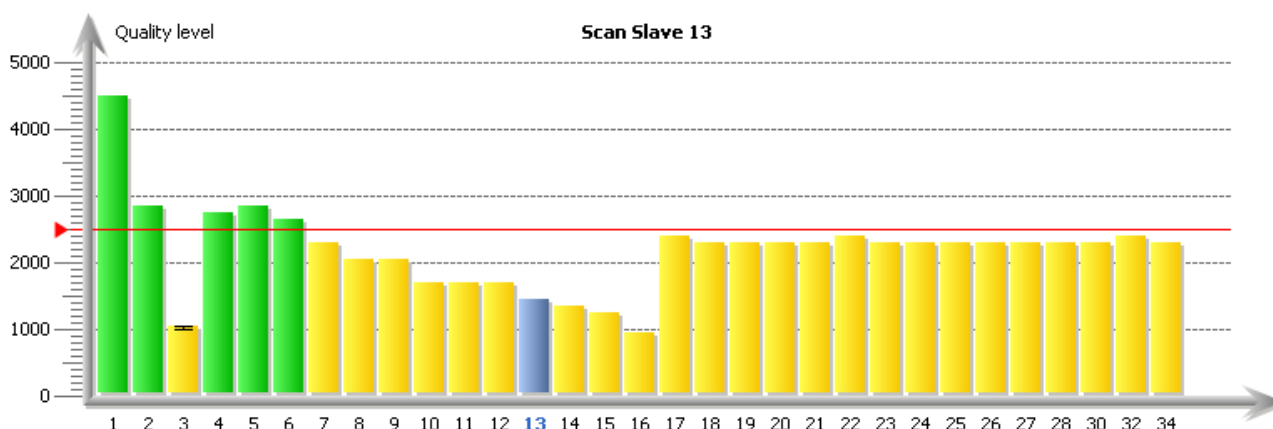


Figura 5. Nível de Qualidade

A figura 6 mostra um nível de qualidade bastante satisfatório. Neste caso as estações de endereço 4 até 29 se encontram dentro de uma sala elétrica. Estas estações se encontram em um nível de qualidade perto de 3500 e as outras

estações perto de 4000. Já era esperado um nível de qualidade menor no CCM devido à grande indução eletromagnética na área.

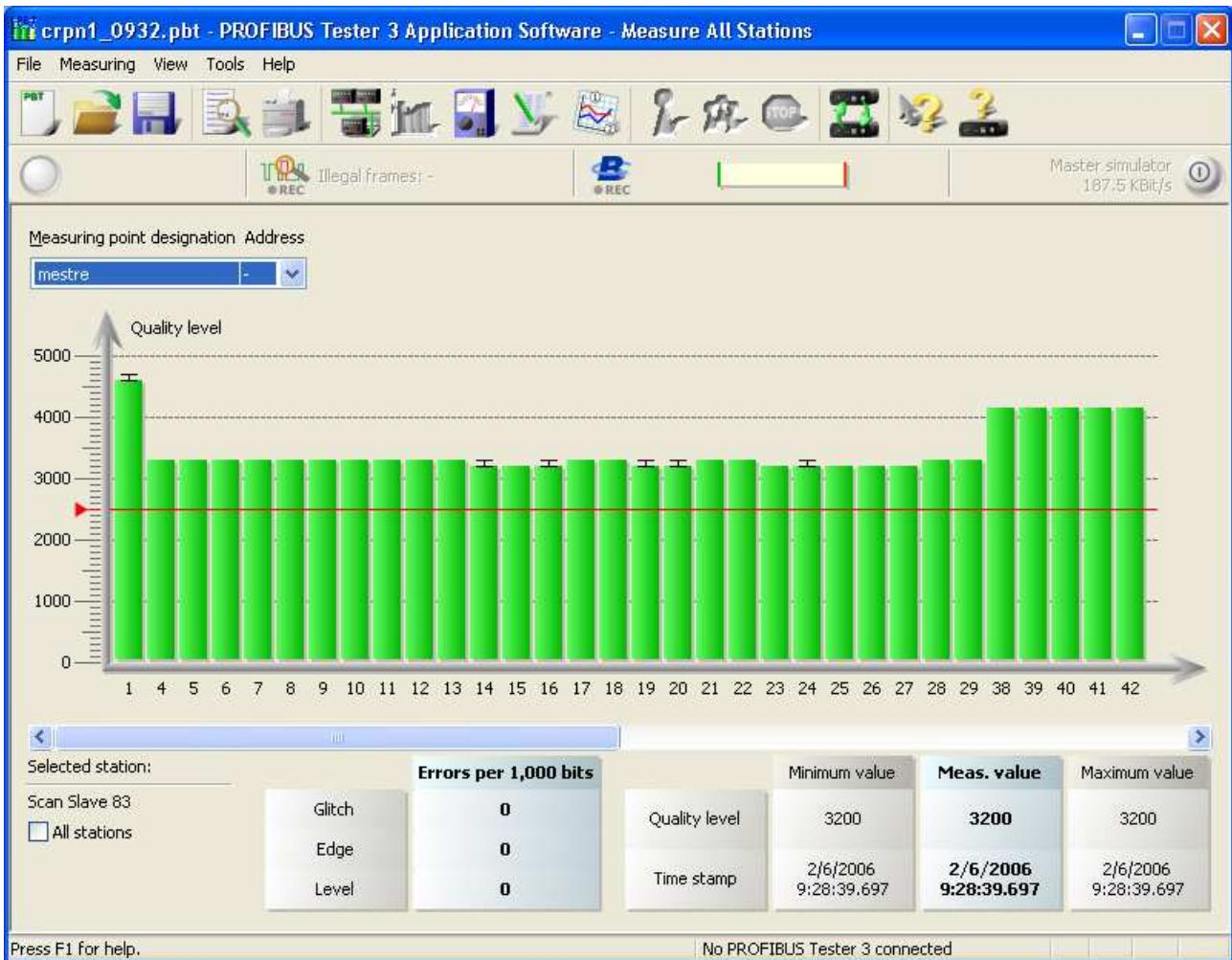


Figura 6. Nível de Qualidade

A figura 7 mostra uma medida realizada na primeira estação depois do repetidor. Esta estação está com um valor médio de nível de sinal livre de distúrbio de 4,6V. Tal valor pode ser considerado muito bom visto que é maior que 90% do valor total. Outro ponto importante é a duração das bordas de subida e descida que se encontram em seu valor ideal 0/16, ou seja, praticamente instantâneo.

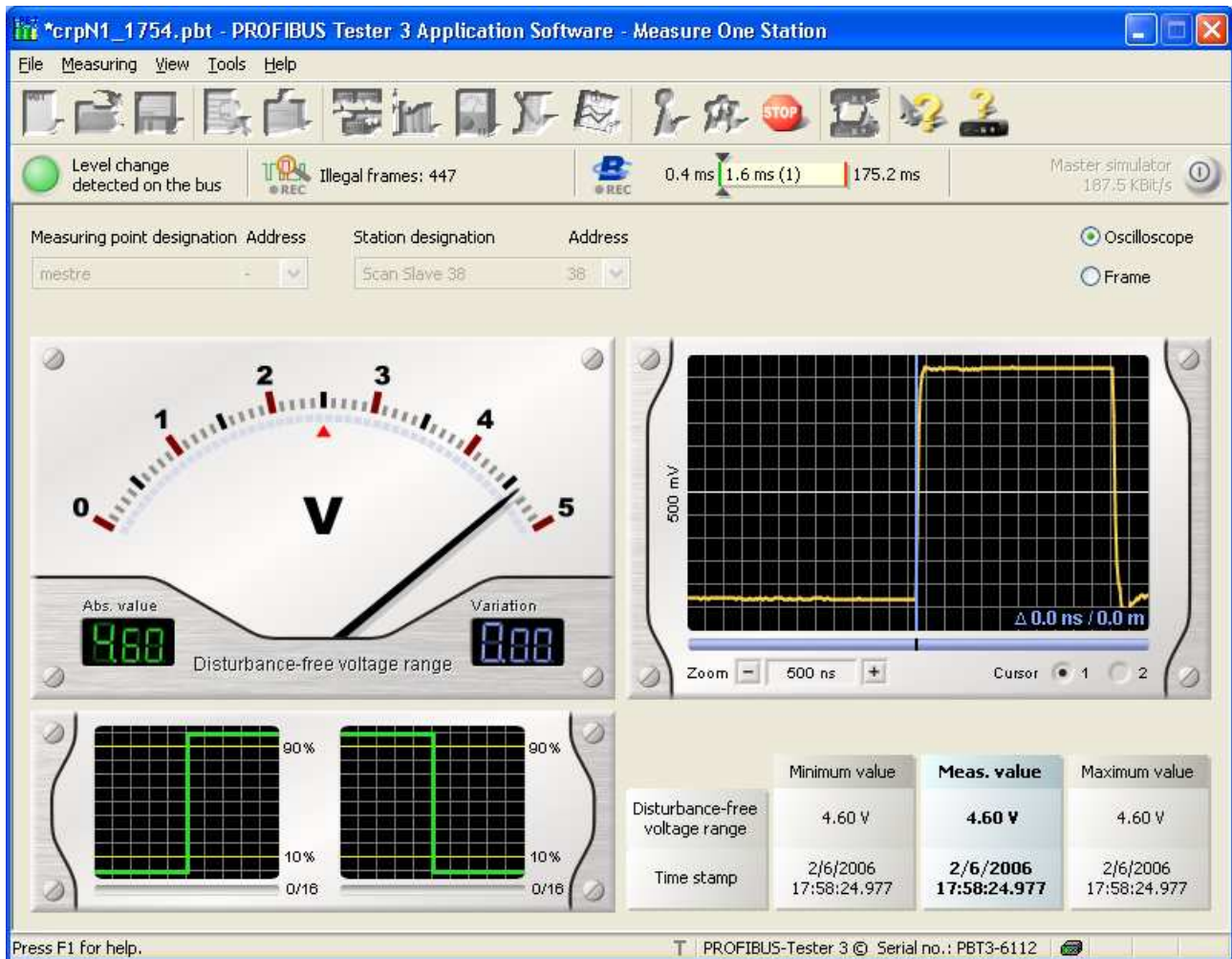


Figura 7. Nível de Tensão

4. Conclusões

A Rede Profibus tornou-se um padrão mundial e grandes empresas, como a CVRD, adotam a mesma em grandes áreas da indústria. Com este crescimento de uso da rede profibus, vários problemas surgiram, principalmente com a má instalação destas pelas montadoras. Estas empresas que prestam este tipo de serviço deveriam ser mais cautelosas para garantir um bom funcionamento da rede. Eles se preocupam apenas se a rede está funcionando ou não, ou seja, "redes on/off".

Assim, encontram-se hoje em dia más instalações que estão relacionadas com raio de curvatura, conectores abertos, aterramentos mal feitos (podendo gerar loop de corrente e queimar instrumentos), tamanho de segmentos (stubs e spurs). As empresas devem-se preocupar com um acompanhamento na montagem da rede por um especialista. Assim, as equipes de operadores, de manutenção, de automação e de produção teriam muito menos dor de cabeça.

Os ganhos proporcionados pela utilização de técnicas de análise de rede Profibus em projetos de automação podem ser facilmente comprovados, principalmente, pela diminuição de tempo de paradas não programadas.

8. Referências

- BARATA, FELIPE. Redes de Campo em Automação. Monografia. IST – MEEC. 2007
 SEIXAS FILHO, C. Profibus Process Fieldbus. Departamento de Engenharia Eletronica. UFMG. 2007
 PROFIBUS CENTER NEDERLAND. "PROFICORE Installation Manual". 2004
 SOFTING AG. "PROFIBUS-Tester 3 – User Manual". 2005
<http://www.smar.com/Brasil2/profibus.asp>. Último acesso em 8 de julho de 2007.